

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

POLSKIE BADANIA W ANTARKTYCE



ROK XXXII

WARSZAWA 1983

ZESZYT 2 (179)

PAŃSTWOWE

WYDAWNICTWO

NAUKOWE

K O S M O S



WARSZAWA 1983

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

RADA REDAKCYJNA

*prof. dr Leszek Kuźnicki (wiceprzewodniczący), prof. dr Włodzimierz Michajłow,
prof. dr Włodzimierz Ostrowski, prof. dr Henryk Szarski, prof. dr Przemysław Trojan,
prof. dr Adam Urbanek (przewodniczący), prof. dr Kazimierz Zieliński
sekretarz: mgr Jadwiga Kobuszevska*

KOMITET REDAKCYJNY

*doc. dr Władysław Goliński, prof. dr Krystyna Kisielewska, doc. dr Adam Lomnicki,
prof. dr Włodzimierz Michajłow (redaktor naczelny), doc. dr Halszka Osmólska,
prof. dr Aleksandra Przełęcka, prof. dr Andrzej Wierciński,
prof. dr Kazimierz Lech Wierzchowski (zastępca redaktora naczelnego), doc. dr Jerzy Żuk
sekretarz: mgr Jadwiga Kobuszevska*

Adres redakcji: 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, XIX p.
Polskie Towarzystwo Przyrodników im. M. Kopernika
(tel. 20-02-11, wew. 25-44)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE - WARSZAWA, MIODOWA 10

Nakład 1138 + 502. Ark. wyd. 16,5. Ark. druk. 12,75 + wklejki.

Papier druk. mat. V 71 g. B-1

Oddano do składania 2.III.1982 r. Podpisano do druku 2.XI.1983 r.

Druk ukończono w listopadzie 1983 r.

Zam. 237/83.

Cena zł 120,—

WARSZAWSKA Drukarnia Naukowa, Warszawa, ul. Śniadeckich 8

SŁOWO WSTĘPNE

W postaci szesnastu artykułów, zamieszczonych w niniejszym numerze zasłużonego czasopisma „Kosmos”, Czytelnik otrzymuje unikalny wręcz zbiór informacji. Daje on doskonały, bo wszechstronny i zarazem przystępny wgląd w zakres badań prowadzonych w Antarktyce przez polskich badaczy oraz uzyskanych przez nich wyników. Z wyżyn tych osiągnięć godzi się jednak spojrzeć na skromne, ale jakże ważne i pokryte szlachetną patyną początki... Tu myśl biegnie aż do roku 1897, kiedy to na pokładzie statku „Belgica”, dowodzonego przez De Gerlache'a, udawali się na wyprawę antarktyczną dwaj polscy badacze: Henryk Arctowski i Antoni Bolesław Dobrowolski. Obaj odegrali potem doniosłą rolę w rozwoju polskiej myśli polarnej w okresie międzywojennym.

Ale na powtórne pojawienie się polskich badaczy na Południowym Kontynencie czekać było trzeba aż do roku 1959. Wtedy to przekazano Polsce oficjalnie radziecką Stację „Oasis” w Oazie Bungera, nazywając ją imieniem A. B. Dobrowolskiego. Próby wykorzystania tej stacji do samodzielnych badań nie dały wprowadzić zadowolających rezultatów, ale w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych często przebywały na Antarktydzie dość liczne grupy polskich badaczy: przedstawiciele nauk o Ziemi i biologów, korzystających z gościnnych zaproszeń na radzieckie stacje, wyprawy i statki badawcze. Tak powstała kadra naszych „południowych polarników”. Wśród nich zjawily się ambitne indywidualności, których zasługą jest także stworzenie nowoczesnej idei z rozmachem pomyślaných wypraw badawczych, zapoczątkowanych wyprawą zorganizowaną w okresie lata antarktycznego 1975/76 przez Polską Akademię Nauk i Morski Instytut Rybacki na statkach „Profesor Siedlecki” i „Tazar”. Sukces tej wyprawy sprawił, że pod koniec 1976 r. wyruszyła kolejna ekspedycja, mająca tym razem zadanie założenia stałej stacji badawczej. Powstała ona w 1977 r. na Wyspie Króla Jerzego (King George Island) w Zatoce Admiralicji i stanowi dogodną bazę dla szeroko zakrojonych badań naukowych. Dzięki założeniu Stacji, która nosi imię H. Arctowskiego, Polska Akademia Nauk stała się członkiem Naukowego Komitetu Badań Antarktycznych (SCAR) i członkiem spotkań konsultatywnych państw-stron Układu Antarktycznego.

Wiele dalszych wydarzeń i osiągnięć, składających się na nowy rozdział w historii badań antarktycznych prowadzonych przez naszych badaczy, Czytelnik znajdzie w zamieszczonych tu artykułach. Środowiska polarne, zwłaszcza zaś Antarktyka, otwierają niezwykle możliwości poznawcze; niemało ważne są też perspektywy wykorzystania zasobów biologicznych i mineralnych tych regionów.

Odpowiednio zmodyfikowany i oszczędnie oraz wydajnie pomyślany program badań antarktycznych winien być kontynuowany w imię naukowych, gospodarczych i politycznych interesów kraju -- mimo obecnych trudności wywołanych przejściowym kryzysem społeczno-ekonomicznym. Nauka, dobrze pomyślana i rzetelnie wykonywana, może być jednym z czynników przewyciężenia nastrojów bierności i zniechęcenia i jedną z dróg odrodzenia duchowego naszego społeczeństwa.

Adam Urbanek

STANISŁAW RAKUSA-SUSZCZEWSKI

Zakład Badań Polarnych

Instytut Ekologii PAN

Czestochowa-Lesno

DZIAŁALNOŚĆ POLSKICH BADACZY W ANTARKTYCE

W 1897 r., kiedy z Antwerpii wyruszyła do Antarktyki „Belgica”, Polska jako państwo nie istniała, niemniej dwaj uczestnicy tej wyprawy: Henryk Arctowski i Antoni Bolesław Dobrowolski reprezentowali naród polski. Arctowski, doświadczony badacz, geolog i oceanograf, pełnił funkcję zastępcy kierownika belgijskiej wyprawy de Gerlache’a. Udział w tym przedsięwzięciu zdecydował o jego zainteresowaniach na długie lata. Drugi Polak, A. B. Dobrowolski wyjeżdżał jako młody, pełen zapału naukowiec. W swoim dzienniku pisał: „.....Naprawdę więc jadę tam do Białego Sfinksa Południa, na odsłonięcie odwiecznej, ostatniej tajemnicy globu? Nie wierzyłem własnemu szczęściu”. Wrócił doświadczony, z poważnym dorobkiem naukowym i do końca swoich dni pozostał propagatorem badań polarnych.

Po odzyskaniu niepodległości nie było nas stać na wyprawę do Antarktyki.

W 1930 r. Henryk Arctowski opublikował w czasopiśmie „Kosmos” artykuł: „Polska a Międzynarodowy Rok Polarny 1932--33”. Pisał w nim: „.....pozwoliłem sobie postawić pytanie, czy nie należałoby i nam wziąć udział w tem ważnem międzynarodowem przedsięwzięciu. Nieobecność nasza byłaby bez wątpienia dla nas szkodliwa. Wykorzystanie zaś tej okazji dla zamanifestowania naszej chęci zajęcia należnego nam stanowiska w rzędzie państw kulturalnych jest koniecznym”. I dalej: „Dla obszarów antarktycznych, plan pracy nie jest jeszcze zdecydowany, lecz tam, w rejonach antarktycznych, o ile chodziłoby o nas, wszystko jest zależne od rozporządzonych środków. Mając na myśli trudności, jakie są do pokonania — lepiej jest być skromnym. W okolicach antarktycznych urządzenie stacji magnetycznej mogłoby być zrealizowane ze stosunkowo nieznacznym wydatkiem na jednej z wysp lub jednej z ziem na południe przylądka Horn”.

W ośrodkach naukowych Lwowa, być może z inspiracji H. Arctowskiego, powstaje parę artykułów poświęconych subantarktycznym wyspom. W 1935 r. w 60 tomie pisma „Kosmos” Dezydery Szymkiewicz, znany botanik z Pracowni Botanicznej Wydziału Rolniczo-Lasowego Politechniki Lwowskiej, publikuje „Szkic z geografii roślin”. Na 34 stronach z 18 rysunkami i 4 fotografiami autor omawia zagadnienia klimatu, składu gatunkowego, roz-

*T. 55, z. I-II, ser. A, Rozprawy, Lwów.



Henryk Arctowski
(portret malowany przez Ewę Rakusa-Suszczewską)

mieszczenia i pochodzenia roślin wyspy Kerguelen. W rok później z inicjatywy redaktora „Kosmosu” D. Szymkiewicza pojawia się artykuł Romana Kuntzego pt. „Problemy zoogeograficzne wyspy Kerguelen”. Jak pisze autor, jest on nawiązaniem do szkiców fitogeograficznych poświęconych wyspom subantarktycznym; jest to duże opracowanie o 31 stronach tekstu, ilustrowane 19 rysunkami i mapami. Kuntze analizuje szczegółowo skład i pochodzenie fauny lądowej i słodkowodnej wyspy. Wykorzystując całą dostępną literaturę stawia kilka interesujących hipotez. W 1937 r. Dezydery Szymkiewicz powraca znowu do tej tematyki i publikuje w „Kosmosie” „Szkic z geografii roślin Wysp Falklandzkich”. 30-stronicowa praca jest bogato ilustrowana mapami, fotografiami i tablicami. Autor szczegółowo zajmuje się składem i pochodzeniem flory tych wysp na tle charakterystyki klimatu, położenia geograficznego i ich fizjografii. W 64 tomie „Kosmosu” z 1939 r. opublikowano kolejną pozycję: „Szkic geograficzny wysp Kerguelen” autorstwa Jadwigi Orliczowej z Instytutu Geograficznego UJK we Lwowie. Jest to dzieło zawierające 45 stron tekstu, mapy, 11 rysunków i fotografie. Autorka nie tylko omawia problemy bezpośrednio związane z wyspą, lecz poszerza wiele zagadnień klimatycznych i biogeograficznych obszaru Subantarktyki.

Wymienione prace stanowią monografię francuskich wysp Kerguelena, lecz pisane po polsku, bez streszczeń w obcych językach nie były znane za granicą.

Po II wojnie światowej odżyły tradycje i zainteresowania Antarktyką. Pierwsza polska wyprawa antarktyczna pod kierunkiem Stefana Różyckiego i Wojciecha Krzemińskiego stanęła na kontynencie Antarktydy w 1959 r., kiedy to oficjalnie przekazano Polsce radziecką Stację Oazis w Oazie Bungera. W wyprawie uczestniczyli ponadto Alina i Czesław Centkiewiczowie, Zbigniew Ząbek, Janusz Śledziński, Czesław Nowicki i Maciej Zalewski. Polska stacja została nazwana imieniem A. B. Dobrowolskiego.

Pierwszym z Polaków na Południowym Biegunie był redaktor Czesław Nowicki. W latach 1964—1965 w X SAE brał udział meteorolog Włodzimierz Chełchowski i jako pierwszy Polak zimował na kontynencie w radzieckiej Stacji Mirnyj. W 1966 r. odwiedził ją również dziennikarz Bronisław Majtczak.

21 grudnia 1965 r. opuściła Warszawę 4-osobowa grupa geofizyków w składzie: Maciej Zalewski — kierownik, Adam Kuchciński, Janusz Molski i Ryszard Czajkowski. Na Antarktydę przetransportowani zostali samolotem IL-18 z Moskwy do Australii, a dalej lodołamaczem „Ob” do radzieckiej Stacji Mirnyj. Polscy naukowcy odwiedzili również Stację im. A. B. Dobrowolskiego. Zimą 1966 r. 3-osobowa ekipa: M. Zalewski, A. Kuchciński i R. Czajkowski przeżywała w radzieckiej Stacji Mołodiożnaja, prowadząc obserwacje magnetosfery i propagacji fal radiowych [4].

Wiosną 1968 r. Instytutu Arktyki i Antarktyki w Leningradzie ponownie zaproponował Polskiej Akademii Nauk wysłanie do jednej z radzieckich stacji antarktycznych grupy naukowców. Propozycja ta spotkała się z zainteresowaniem Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego w Warszawie. Kierownik Zakładu Hydrobiologii Eksperymentalnej tegoż Instytutu, Romuald Z. Klekowski, podjął się organizacji i opieki naukowej planowanego przedsięwzięcia. Na Antarktydę wyjechali dwaj biolodzy: S. Rakusa-Suszczewski i K. Opaliński. Pierwsza grupa biologów została włączona do XIV Radzieckiej Wyprawy Antarktycznej (XIV SAE). Ekspedycja wyruszyła na Antarktydę 15 IX 1968 r. z Leningradu. Do marca 1969 r. prowadzono prace na statku badawczym „Profesor Zubow” i lodołamaczu „Ob” [21]. Zimą 1969 r. Polacy pracowali na radzieckiej Stacji antarktycznej Mołodiożnaja, realizując jednak własny program. Prowadzono obserwacje ekologiczne i hydrologiczne [7, 8], zbierano materiały faunistyczne i florystyczne [5, 6], dokonano wielu eksperymentów fizjologicznych, badając metabolizm skorupiaków i ryb, żyjących w najniższych temperaturach wody ($-1,9^{\circ}\text{C}$) [2, 9]. Całoroczny pobyt umożliwił zapoznanie się z terenem, materiałem oraz wieloma zjawiskami charakterystycznymi dla tego jedyne go w swoim rodzaju obszaru, na którym po raz pierwszy znaleźli się polscy biolodzy. Badania zakończono w grudniu 1969 r.

Bazując na zdobytych doświadczeniach i wynikach pracy, rok później Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN zorganizował wyjazd grupy trzech biologów i dwóch filmowców. W skład jej weszli: S. Rakusa-Suszczewski (kierownik), M. Rembiszewski, A. Piasek oraz A. Berbecki i Z. Pietrzkiewicz. Polska grupa wyjechała na Antarktydę, przyłączając się do

XVII SAE. Wyjazd nastąpił z Gdańska, gdzie 14 XI 1971 r. zawiął radziecki statek badawczy „Profesor Viese”. Program badań polskiej grupy był realizowany na Stacji Mołodiożnaja w antarktycznym sezonie letnim 1971/72 [10]. Pracowano nad zagadnieniami adaptacji enzymatycznych [22], metabolizmu skorupiaków [19, 20] i adaptacji morfologicznych u ryb o niskiej zawartości hemoglobiny. Prowadzono również obserwacje fizjograficzne i limnologiczne na terenie oazy, w której położona jest Stacja Mołodiożnaja.

Także i trzeci wyjazd biologów na Antarkydę został zorganizowany przez Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN. Polska grupa liczyła 4 osoby. W skład jej weszli: S. Rakusa-Suszczewski, K. Jażdżewski, H. Szaniawski i A. Lipkowski. Prace prowadzono na Stacji Mołodiożnaja w ramach XIX wyprawy radzieckiej (SAE). Wyprawa rozpoczęła się 14 X 1973 r. Program naukowy obejmował głównie badania fizjologiczne i biochemiczne ryb i skorupiaków żyjących w przybrzeżnych rejonach Antarktydy oraz zbieranie materiałów zoologicznych w morskim litoralu. W kwietniu 1974 r., po zakończeniu prac, trzej uczestnicy wyprawy powrócili do kraju, S. Rakusa-Suszczewski zaś, po miesięcznym pobycie na Stacji Mołodiożnaja, przeniósł się na radziecką Stację Wostok położoną na biegunie geomagnetycznym, a następnie na amerykańską Stację McMurdo. Tam pracował do 4 IX 1974 r. w składzie amerykańskiej grupy biologów kierowanej przez M. A. McWhinnie w ramach programu USARP, gdzie prowadził wspólne badania biologiczne i fizjologiczne skorupiaków [23, 24] i ryb antarktycznych. Powrót do kraju nastąpił w październiku 1974 r.

Rezultatem trzech wypraw polskich biologów na Antarktydę było kilkadziesiąt prac naukowych opublikowanych w czasopiśmie specjalistycznych. Wyniki prowadzonych tam badań stały się podstawą jednej pracy habilitacyjnej [12] i jednej pracy doktorskiej (M. /mijewska, niepubl.). Opublikowano wiele artykułów i referatów oraz jedną książkę popularnonaukową [11]. Zrealizowano 4 filmy telewizyjne z drugiej i trzeciej wyprawy biologów oraz wykonano setki zdjęć i przeźroczy. Zebrano bogaty materiał dydaktyczny i muzealny. Gromadzona i przekazywana innym wiedza o Antarktydzie przybliżyła Polakom ten odległy i piękny, choć surowy kontynent. Nie było nas jeszcze stać na prowadzenie samodzielnych badań, lecz problematyka wybranych zagadnień poruszanych przez polskie grupy biologów była aktualna, cenna i interesująca dla krajowych ośrodków naukowych.

W lutym 1975 r. sekretarz naukowy Polskiej Akademii Nauk na podstawie opinii ekspertów [13] i doświadczeń ekspedycji, podjął decyzję kontynuacji badań antarktycznych i rozpoczęcia przygotowań do zorganizowania samodzielnej ekspedycji morskiej. Przedstawiony przez Wydział Nauk Biologicznych PAN generalny program badawczy wyprawy został zatwierdzony przez sekretarza naukowego PAN i dotyczył badań antarktycznego kryla. Ten masowo występujący w wodach Antarktyki skorupiak z rzędu *Euphausiacea* stanowi potencjalne źródło białka i wielu innych substancji. Zasoby kryla budzą zrozumiałe zainteresowanie w wielu krajach. Produkcję jego ocenia się obecnie na około 130 mln ton. Interesujące jest, że już A. B. Dobrowolski w swej znakomitej, lecz szerzej nieznannej (gdyż wydanej po polsku w 1914 r.) książce pt. „Wyprawy polarne”, jako jeden z pierwszych oceniał zasoby kryla na podstawie wielkości konsumpcji przez pingwiny i wieloryby: „...setki milionów

nie będą wcale miarą przesadną do obliczenia ilości raczków, zjadanych codziennie przez ogół bezłotków antarktycznych. A jeśli jeszcze przypomnimy sobie, że pewnie z tych samych pokładów *Euphausia* chłoną pokarm wieloryby Antarktyki, to będziemy mieli pewne wyobrażenie o ilościach, bez końca odradzających się, jednego gatunku istot w tych lodowatych morzach!...

Polska Akademia Nauk przeznaczyła na badania i realizację zamierzonej wyprawy odpowiednie fundusze. Poza statkiem naukowym „Profesor Siedlecki” należącym do Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni, w rejsie wziął udział statek przemysłowy „Tazar”. Ekipa naukowa na obu statkach składała się z 38 osób, w tym 4 biologów, którzy wcześniej uczestniczyli w radzieckich wyprawach antarktycznych. Skompletowany zespół naukowy reprezentował wiele krajowych ośrodków; kierownictwo spoczywało w rękach S. Rakusa-Suszczewskiego. Oba polskie statki przekroczyły 60 szerokości geograficznej południowej w Cieśninie Drake’a 27 I 1976 r. [14, 18]. Polska po raz pierwszy włączyła się samodzielnie do badań obszarów Antarktyki. Pracę zakończono 3 III 1976 r. Wyprawa powróciła do kraju z sukcesem. Zrobiono wiele dla nauki i gospodarki, otwierając nowy etap badań polarnych w Polsce. Rezultaty badań opublikowano w Archiwum Hydrobiologii Polskiej (T. 25 z. 3, 1978). Jeszcze w tym samym roku, na podstawie Uchwały Rady Ministrów z 7 XII 1976 r., zorganizowano wyprawę antarktyczną, której celem było założenie stałej stacji naukowej Polskiej Akademii Nauk na Szetlandach Południowych. Wyprawą kierował S. Rakusa-Suszczewski oraz jego zastępcy F. Wróbel, J. Jersak i W. Wiórkiewicz. Ekipa składała się z 73 osób, nie licząc załóg statków m/s „Zabrze” i m/t „Dalmor”, które przewiozły 2 735 ton ładunku. Tak więc miało się spełnić marzenie H. Arctowskiego sprzed 52 lat. Czasopismo „Nauka Polska” nr 11/12 z 1977 r. zawiera następujący fragment mojego dziennika tej wyprawy datowany 27 I 1977 r.: „O godz. 7.15 skierowałem m/s „Zabrze” do Zatoki Admiralicji na wyspie King George. Statek rzucił kotwicę w fiordzie Ezcurra. Wysadzono na ląd grupę, która przeprowadziła rekonesans przylądka Thomas. Stwierdzono, że na samym cyplu znajduje się niewielki drewniany baraczek zbudowany tu przez Amerykanów w listopadzie 1976 r. Na SE od przylądka, w odległości około 0.5 km stwierdzono dogodne warunki do budowy stacji oraz słodką wodę. O godz. 9.40 m/s „Zabrze” wybrało kotwicę. Statek skierowałem na SW w stronę Livingston. O godz. 16.15 z pokładu statku przeprowadzono rekonesans Zatoki South i False na wyspie Livingston. W obu zatokach nie znaleziono dostatecznie dużego miejsca dla budowy i rozwinięcia stacji. Otwarte zatoki są niebezpieczne dla postoju statków przy wiatrach z NW i SW, dominujących w tym rejonie. Dalej m/s „Zabrze” skierowałem do Cieśniny McFarlene pomiędzy wyspami Livingston i Greenwich. O godz. 19.05 rzucono kotwicę vis-à-vis zatoki Yankee na wyspie Greenwich. Wysadzono grupę rozpoznawczą. Na brzegu zatoki, w miejscu dogodnym topograficznie dla założenia stacji, stwierdzono istnienie kilkudziesięciotysięcznej kolonii pingwinów. Wykluczyło to jakiegokolwiek działania budowlane w tym rejonie. Na pobliskiej skale, w sąsiedztwie opuszczonego baraku chilijskiego umieszczono tablicę z godłem państwowym i napisem w języku polskim: „Dla upamiętnienia lądowania wyprawy antarktycznej 1976/77 Polskiej Akademii Nauk na statkach m/s „Zabrze” i m/t „Dalmor” styczeń 1977 roku”.

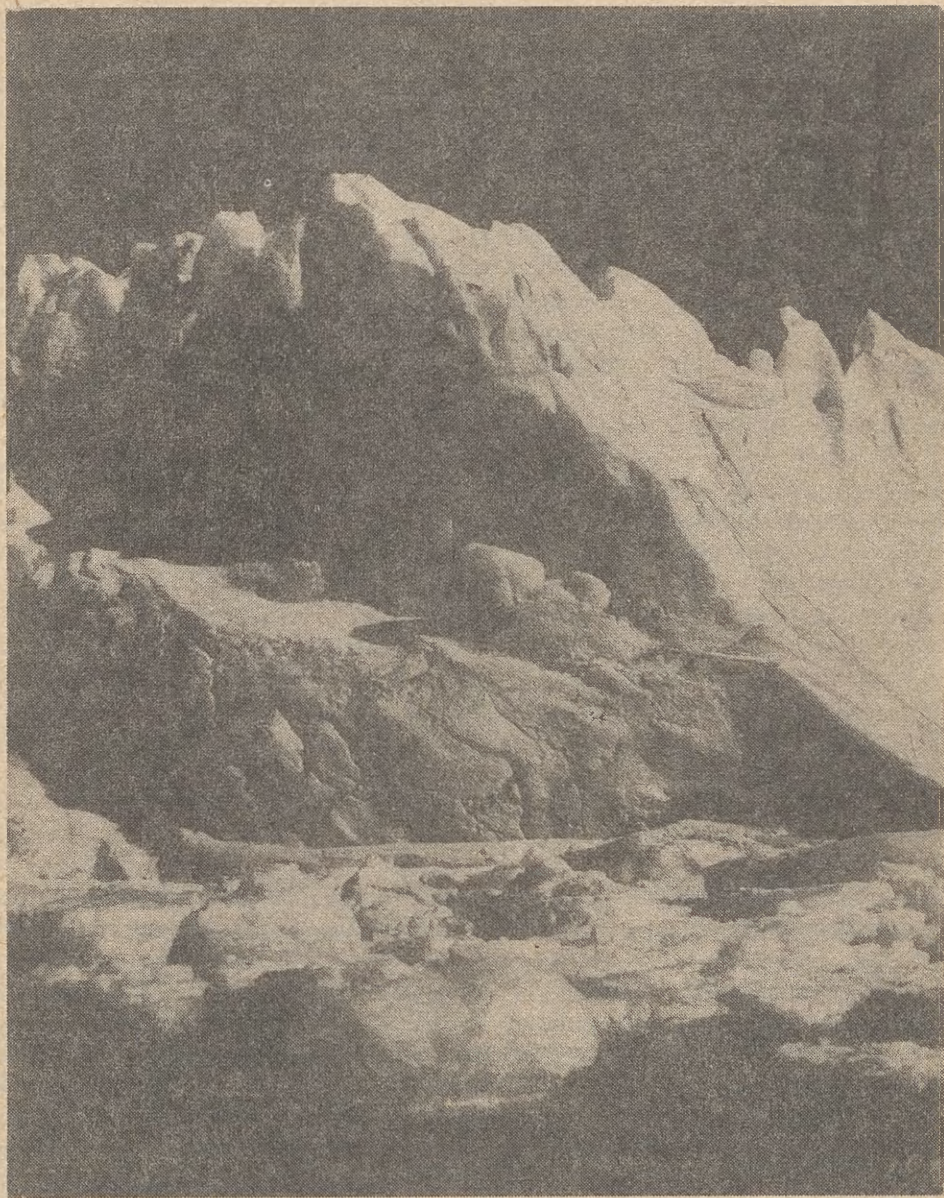


Rys. 1. Widok ogólny Stacji im. H. Arctowskiego

O godz. 22.00 wybrano kotwicę i zbliżono się do wyspy Half Moon, gdzie stwierdzono stojące na niej 4 domy i 6 masztów antenowych argentyńskiej stacji Teniente Camara. W tej sytuacji podjąłem decyzję powrotu na wyspę King George do fiordu Ezcurra i założenia Polskiej Stacji im. H. Arctowskiego na południowy wschód od przylądka Thomas". Marzenia prekursora polskich badań antarktycznych stały się rzeczywistością. W ciągu 57 dni od lądowania zbudowano stację w Zatoce Admiralicji na Wyspie Króla Jerzego. Zapoczątkowanie działalności stacji nastąpiło 26 lutego 1977 roku. W bieżącym roku mija 6 lat od jej założenia. Polska, dzięki założeniu stacji im. H. Arctowskiego stała się pełnoprawnym członkiem Układu Antarktycznego jako trzynaste z państw i drugie z krajów socjalistycznych. Polska weszła również w skład Naukowego Komitetu Badań Antarktydy (SCAR).

Prowadzone na stacji im. H. Arctowskiego kompleksowe prace ekologiczne, zarówno na lądzie jak i w Zatoce Admiralicji, mają na celu zrozumienie funkcjonowania części ekosystemu w strefie przybrzeżnej [16, 17]. Badania te powinny stworzyć podstawę do wypracowania metod ochrony i rozpoznania tych organizmów, które mogą stanowić zasoby żywe Antarktyki wykorzystywane w przyszłości.

Stacja na Wyspie Króla Jerzego umożliwiła badania oceanobiologiczne. Dla biologów i oceanografów Zatoka Admiralicji jest doskonałym poligonem [15], gdzie obserwować można nie tylko procesy biologiczne, lecz także faunę



Rys. 2. Góry lodowe w pobliżu Stacji im. H. Arctowskiego

i florę oceaniczną, która nie występuje w naszym słonawym Bałtyku; dla specjalistów wielu dziedzin są to możliwości bezcenne.

Od początku istnienia stacja pełni służbę meteorologiczno-synoptyczną i przesyła drogą radiową prognozy pogody dla polskich i obcych statków pływających w tym rejonie. Doskonale usytuowanie stacji nad bezpieczną, stanowiącą dobre schronienie dla statków Zatoką Admiralicji powoduje, że rejon ten odwiedzają jednostki wielu bander. Stacja służy pomocą wszystkim.

Dzięki swojemu zapleczu technicznemu i bogatemu wyposażeniu medycznemu udzielono na stacji pomocy wielu ludziom i uratowano niejedno życie.

Stację im. H. Arctowskiego i jej okolicę corocznie w sezonie letnim odwiedza ponad 1000 osób: turystów, naukowców, rybaków i żeglarzy. Po sześciu latach je działalności polska gościnność jest powszechnie znana. Nadmiar gości stwarza jednak poważny problem ochrony środowiska rejonu stacji, aż po Cieśninę Bransfielda, który został uznany przez SCAR (Komitet Nauk Badań Antarktydy) za międzynarodowy obszar szczególnych zainteresowań naukowych (SSSI). Przestrzeganie w tym rejonie surowych zasad ochrony przyrody zalecanych przez SCAR i narodowe komitety ma szczególne znaczenie i obowiązuje wszystkich — gospodarzy i gości. Wydano specjalny folder, który wręczany jest turystom odwiedzającym stację im. H. Arctowskiego. Stacja pełni rolę propagandową w większym stopniu niż jakkolwiek placówka naukowa w kraju.

W latach 1977–1983 grupami zimującymi na stacji im. H. Arctowskiego kierowali doświadczeni polarnicy: Józef Iersak, Maciej Zalewski, Maciej Rembiszewski, Eugeniusz Moczydłowski, Lech Rościszewski, Ryszard Wróblewski i Marek Zdanowski. Równocześnie w Antarktyce w latach 1977–1979 pracowały ekspedycje morskie, organizowane przez Morski Instytut Rybacki w Gdyni na statkach badawczych r/v „Profesor Siedlecki” i r/v „Mieczysław Bogucki”; ekspedycje te wniosły poważny wkład do poznania żywych zasobów Antarktyki. W sezonie letnim 1978/79 reaktywowano również działanie stacji im. A. B. Dobrowolskiego. W wyprawie, kierowanej przez Wojciecha Krzemińskiego uczestniczyła 14-osobowa ekipa; wykonano wiele pomiarów geodezyjnych i fotogrametrycznych. Stację odrestaurowano, stwarzając możliwość wykorzystania jej w przyszłości. Równocześnie w ramach polsko-radzieckiej współpracy na stacji Mirnyj prowadzili badania dwaj biolodzy, z których jeden, Ryszard Wróblewski, pozostał na zimę. W sezonie 1979/80 pod kierownictwem naukowym Aleksandra Gutercha pracowała w Zachodniej Antarktyce morska wyprawa geofizyczna na okręcie „Kopernik”, dowodzonym przez Franciszka Wróbla.

Poza działalnością naukową w Antarktyce działa polska flota rybacka. Zainteresowanie żywymi zasobami Antarktyki i ich eksploatacją wzrasta z każdym rokiem. Zawarta zostaje Międzynarodowa Konwencja. W 1980 r. Polska podpisuje w Canberze Konwencję o Ochronie Żywych Zasobów Antarktyki i jest jednym z jej twórców. Cele naukowe, gospodarcze i polityczne działalności polarnej w Antarktyce splatają się ściśle. Jest to nowy etap polskiej polarystyki ważny dla przyszłości kraju i przyszłych pokoleń.

Rok 1980/81, mimo istniejących trudności, zapisał się w badaniach antarktycznych poważnymi osiągnięciami. R/v „Profesor Siedlecki” z 30-osobową ekipą naukową kierowaną przez S. Rakusa-Suszczewskiego uczestniczył w największym programie oceanobiologicznym BIOMASS. Badania prowadzone były w rejonie Cieśnin Bransfielda i Drake’a, przyznanym nam w ekspedycji FIBEX jako poligon prac komplementarnych do badań na Stacji im. H. Arctowskiego. Wyniki tej wyprawy będą podstawą do podejmowania przez SCAR i Konwencję o Ochronie Żywych Zasobów Antarktyki decyzji o racjonalnej eksploatacji żywych zasobów, będą także służyć polskiemu rybołówstwu.

Równocześnie w sezonie 1981/82 na Stacji im. H. Arctowskiego pracowała duża grupa specjalistów nauk o Ziemi kierowana przez K. Birkenmajera. Zostaje zakończona praca nad mapą geologiczną wyspy. Rezultaty wyprawy są odkrywcze.

Liczba Polaków pracujących w Antarktyce wzrasta z każdym rokiem. Ekspedycje polarne są dobrą szkołą dla młodego pokolenia, szkołą charakterów i współżycia z ludźmi oraz sprawdzianem umiejętności zawodowych. Zawarte tam przyjaźnie bywają trwalsze niż gdzie indziej, bez względu na narodowość, kolor skóry czy poglądy. Antarktyka jest i powinna pozostać oaza pokoju, międzynarodowej współpracy i przyjaźni w tym niespokojnym świecie, a nasz wkład w realizację tych celów jest znaczący.

BADANIA BIOLOGICZNE

Specyficzną cechą polskich badań prowadzonych w Antarktyce jest ich kompleksowość i wielodyscyplinarność integrująca prace środowiskowe i biologiczne. Jednym z celów tych badań jest rozpoznanie funkcjonowania części ekosystemu Antarktyki w strefie przybrzeżnej oraz rozpoznanie kierunków i dróg przepływu materii i energii. Strefy przybrzeżne odgrywają ważną rolę w ekosystemie, ponieważ właśnie tu szczególnie wysoka jest produkcja związana ze skupiskowym rozmieszczeniem organizmów [16]. W strefie przybrzeżnej zachodzą procesy upwellingu, wynoszące substancje biogeniczne z głębi oceanu i użyźniające wody powierzchniowe. Zjawisko to decyduje o produkcji pierwotnej w morzu. Równocześnie w strefach przybrzeżnych po zawiętrznej stronie wysp i Półwyspu Antarktycznego do powierzchni wody dociera większa ilość energii słonecznej, gdyż wysokie szczyty stanowią naturalną przeszkodę dla opływających je chmur. W strefie przybrzeżnej zjawisku upwellingu towarzyszy zawirowanie wód, powodujące nagromadzenie się i sprzyjające powstawaniu skupień kryla. Kryl jest głównym pokarmem wielorybów, ryb, ptactwa latającego i pingwinów, których miejsca lęgowe znajdują się na lądzie. Otwarte obszary oceaniczne z dala od kontynentu i wysp są pustyniami w porównaniu ze strefą przybrzeżną. Dla przykładu obszary upwellingu u zachodnich wybrzeży obu Ameryk i Afryki zajmują zaledwie 1% powierzchni światowego oceanu, natomiast dostarczają ponad 50% światowych połowów ryb. Większość procesów decydujących o produkcji w oceanie przebiega w bezpośrednim sąsiedztwie brzegu. Krążenie materii jest tu szczególnie intensywne i ciekawe. Na kontynencie Antarktydy i otaczających ją wyspach, na obszarach lądu nie pokrytych lodem, a jest takich bardzo niewiele, koncentrują się znaczne ilości ptaków i fok. Zwierzęta te, ponieważ czerpią głównie pokarm z morza, powodują, że w rejonach skupień na brzegi wynoszone są znaczne ilości substancji organicznej. Jest to poważne źródło biogenów, niezbędnych również dla rozwoju roślinności lądowej. Część materii organicznej wyniesionej na ląd spływa z powrotem do morza, wzbogacając wody substancjami biogenicznymi, część zaś jest uwalniana do atmosfery. Specyfiką rejonu Wyspy Króla Jerzego jest stwierdzony fakt odkładania się w glebach znacznych ilości fosforanów. W strefie styku lądu i morza na brzeg dostają się znaczne ilości szczątków roślinności

morskiej, która ulega tu — poprzez kontakt z powietrzem — szybkim procesom dekompozycji, zasilając substancjami organicznymi i biogenami zarówno zespoły lądowe, jak i wodne. Z lądu do wody wynoszone są znaczne ilości materii mineralnej, powodującej zmętnienie wód i ograniczenie produkcji pierwotnej fitoplanktonu. Cielenie się lodowców i spływ wód z topniejących latem śniegów zmniejsza zasolenie wody morskiej. W badanym poligonie, jaki dla biologów stanowi Zatoka Admiralicji, istotną rolę odgrywa lokalna cyrkulacja wód i ich wymiana z Cieśniną Bransfielda. Główną przyczyną tej wymiany są prądy pływowe. Wraz z nimi wnoszona i wynoszona z Zatoki jest określona ilość organizmów planktonowych, głównie kryla. Poza dominującym w tym obszarze gatunkiem *Euphausia superba*, w Zatoce występuje licznie lokalna populacja *Euphausia crystallorophias*. Z naszych badań wynika [17], że zasoby te nie są wystarczające do utrzymania i wyżywienia ptaków i ssaków, zamieszkujących rejon Zatoki Admiralicji w jej geograficznych granicach. Organizmy te czerpią materię i energię z obszaru większego niż powierzchnia Zatoki, a w jej obrębie następuje intensywna koncentracja biomasy oraz znaczne, w porównaniu ze strefą poza Zatoką, przyspieszenie przepływu energii. Wspomniane tu główne procesy i kierunki przepływu materii i energii, zaledwie wstępnie rozpoznane w obszarze badanego poligonu, decydują o funkcjonowaniu ekosystemu.

Drugi istotny problem, którego rozwiązanie jest jednym z celów polskich badań biologicznych w Antarktyce, ma charakter bardziej praktyczny i dotyczy określenia stanu populacji głównych komponentów ekosystemu. Są to badania długotrwałe, które można określić jako monitoring biologiczny rozmieszczenia i liczebności kryla, ryb, ptactwa i fok. Ponieważ łańcuch zależności troficznych w Południowym Oceanie jest krótszy niż w innych obszarach i głównie opiera się na konsumpcji kryla, zmiany liczebności i biologii jego konsumentów, szczególnie awifauny i fok, mogą odzwierciedlać zmiany w zasobach kryla. Wytrzebiecie wielorybów na początku naszego wieku zwiększyło w stosunkowo krótkim czasie zasoby kryla stanowiącego pokarm pingwinów i płetwonogich, wskutek czego ich liczba znacznie wzrosła. W związku z poprawą warunków pokarmowych skrócił się również czas dojrzewania fok. Obecnie wiele krajów zainteresowanych jest eksploatacją kryla i ryb w Antarktyce. Największe ich zasoby występują w strefach przybrzeżnych Płd. Georgii, Płd. Orkadów, Płd. Szetlandów i Półwyspu Antarktycznego. Monitoring liczebności gatunków, struktury populacji i wybranych procesów biologicznych ma istotne znaczenie dla określenia stanu i zmian zachodzących w ekosystemie Antarktyki, znajdującym się pod presją przemysłowej eksploatacji. Wyniki tych badań pozwolą opracować metody racjonalnego wykorzystania zasobów żywych. Zarówno morskie ekspedycje badawcze organizowane przez Polskę w rejon Morza Scotia, jak i prace w rejonie Stacji im. H. Arctowskiego służą temu celowi. Badania monitoringowe zakładają długotrwałe systematyczne obserwacje, które określą generalne kierunki i wykluczą sezonowe i krótkotrwałe fluktuacje, często o charakterze katastroficznym, które mogą być podstawą mylnego wnioskowania o wielkości zasobów żywych i ich produkcji w rejonie Antarktyki.

Szczególne znaczenie mają wyniki kompleksowego programu BIOMASS, w którym Polska uczestniczyła w 1981 r. Zadaniem tego programu było

określenie wielkości zasobów kryla, jako organizmu kluczowego w ekosystemie antarktycznym oraz przeprowadzenie wielu prac i badań środowiskowych. Uzyskane rezultaty potwierdziły koncepcję hydrodynamicznych czynników, jako głównej przyczyny tworzenia się koncentracji kryla oraz koncepcję zróżnicowania strefy przybrzeżnej i pelagicznej w funkcjonowaniu i zależnościach troficznych [16, 17]. Rezultaty badań opublikowano w *Polish Polar Research*, 1982, No 3—4.

Środowisko morskie Antarktyki jest jedyne w swoim rodzaju. Składa się na to mały zakres zmienności warunków fizyczno-chemicznych w wodzie i to nie tylko w cyklu rocznym, lecz również i w przeszłości, co najmniej od plejstocenu. Niskie temperatury wody o niewielkich wahanach, bliskie punktu zamarzania oraz charakterystyczny dla obszarów polarnych rytm produkcji biologicznej i rytm oświetlenia flory i fauny oraz długotrwała izolacja rejonu sprawiają, że stopień endemizmu wód Antarktyki jest bardzo wysoki. Endemizmowi gatunków towarzyszy wiele adaptacji na poziomie morfologicznym, fizjologicznym i biochemicznym, znanych u organizmów występujących tylko w tym obszarze [12]. Do najbardziej jaskrawych przykładów należy występowanie w wodach Antarktyki ryb białokrwistych, bez hemoglobiny, niespotykane u innych ryb silne unaczynienie skóry i jamy gębowej, duże wymiary serca i większa niż zwykle objętość płynów ciała. U bezkręgowców powszechna jest hyperosmotyczna koncentracja płynów ciała, dająca ochronę przed zamarznięciem. W procesach metabolizmu występuje zjawisko kompensacji. Gospodarka energetyczna organizmów w dużej mierze oparta jest na wykorzystaniu lipidów. Stwierdzono też wiele enzymatycznych przystosowań. Poznanie tych i innych procesów adaptacji rzuca światło na drogi ewolucji i mechanizmów przystosowań do ekstremalnych warunków na granicy istnienia życia. Ułatwia to zrozumienie wielu prawidłowości bilansu energii i produkcji biologicznej zarówno na poziomie osobniczym, jak i populacyjnym. Badania tego typu można prowadzić jedynie w warunkach stacjonarnych, przy dobrym wyposażeniu laboratoryjnym, co gwarantuje stacja im. H. Arctowskiego.

W programie badań biologicznych jest miejsce dla zoologicznych i botanicznych prac systematycznych. Systematyka jest alfabetem pracy biologa. Dla każdej z dyscyplin biologii konieczna jest prawidłowa identyfikacja organizmu, będącego obiektem badawczym. Obszar Południowego Oceanu Lodowego jest bogaty w gatunki wszystkich grup systematycznych. Do ich identyfikacji potrzebne są klucze, tych zaś ciągle jest niewiele. Często powstają trudności przy określaniu niektórych gatunków ryb, a bywa, że są już one obiektem przemysłowej eksploatacji [3, 25, 26]. Podobna sytuacja jest w wielu innych grupach flory i fauny [27—30]. Przeprowadzone dotychczas polskie badania systematyczne pozwolą na opracowanie kluczy ichtiofauny i parazytofauny oraz atlasów fauny dennej badanego rejonu.

Bałtyk jest morzem o niewielkim zasoleniu i bardzo ubogim, jeśli chodzi o różnorodność gatunków. Posiadanie własnej polskiej placówki oceanobiologicznej nad oceanem umożliwia nie tylko prace systematyczne, lecz i zbieranie materiałów muzealnych i dydaktycznych dla potrzeb uczelni i szkół. Zbierane tu eksponaty biologiczne: ptaki, ryby, bezkręgowce i szkielety ssaków morskich dały możliwość zorganizowania — już w Polsce — małej, lecz przeglądowej

wystawy fauny Antarktyki oraz paru wystaw fotograficznych, popularyzujących tamtejszą przyrodę.

W ramach międzynarodowej współpracy na polskiej stacji im. H. Arctowskiego prowadzili badania zoologiczne i botaniczne Amerykanie, Nowozelandczyk, Kanadyjczyk i Niemcy z RFN. Całość prac biologicznych w rejonie Antarktyki koordynowana jest przez Zakład Badań Polarnych Instytutu Ekologii PAN, w ramach podproblemu badawczego MR-I-29A.

LITERATURA

1. Jażdżewski K. — Trzecia antarktyczna wyprawa polskich biologów. *Kosmos* A. 23 563–568, 1974.
2. Klekowski R. Z., Opaliński K., Rakusa-Suszczewski S. — *Respiration of Antarctic Paramoera walkeri Stebbing during the winter season*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 20, 303–311, 1973.
3. Linkowski T. B., Rembiszewski J. M. — *Ichthyological observations off the South Georgia coasts*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 25, 697–704, 1978.
4. Molski J. — *I Etap polskich prac na Antarktydzie w latach 1965/67 i niektóre wyniki badań*. *Biul. Inf. Komitet Międzynarodowej Współpracy Geofizyki PAN* 3/46, 1966.
5. Opaliński K. — *Freshwater fauna and flora in Haswell Island (Queen Mary Land, Eastern Antarctica)*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 19, 377–381, 1972 a.
6. Opaliński K. — *Flora and fauna in freshwater bodies of the Thala Hills Oasis (Enderby Land, Eastern Antarctica)*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 19, 383–388, 1972 b.
7. Rakusa-Suszczewski S. — *The biology of Paramoera walkeri Stebbing (Amphipoda) and Antarctic sub-fast ice community*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 19, 11–36, 1972 a.
8. Rakusa-Suszczewski S. — *Winter hydrobiological observation in Aie-hevey Bight, Eastern Antarctic*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 19, 1–9, 1972 b.
9. Rakusa-Suszczewski S. — *Respiration of Antarctic fish eggs (Trematomus borchgrevinki Boul.)*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 19, 399–401, 1972 c.
10. Rakusa-Suszczewski S. — *Druga wyprawa biologów polskich na Antarktydzie*. *Wiad. Ekol.* 19, 87–90, 1973 a.
11. Rakusa-Suszczewski S. — *Antarktyda 968–99*. PWN, Warszawa, 1973 b.
12. Rakusa-Suszczewski S. — *Respiration and osmoregulation as the expression of the adaptation of the invertebrates and fishes to life under hyposthenothermic conditions*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 22, 521–552, 1975.
13. Rakusa-Suszczewski S. — *Polskie badania biologiczne w Antarktyce i ich perspektywy*. *Nauka Pol.* 9/10, 112–119, 1976.
14. Rakusa-Suszczewski S. — *I Polska Ekspedycja Morska do Antarktyki na statkach „Profesor Siedlecki” i „Tazar”*. *Wiad. Ekol.* 23, 425–427, 1977.
15. Rakusa-Suszczewski S. — *Badania biologiczne na stacji naukowej im. H. Arctowskiego w Antarktyce*. *Człowiek i Nauka, Wiedza Powszechna*, Warszawa, 215–224, 1979.
16. Rakusa-Suszczewski S. — *The role of near-shore research in gaining and understanding of the functioning of Antarctic ecosystem*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 27, 229–233, 1980 a.
17. Rakusa-Suszczewski S. — *Environmental conditions and the functioning of Admiralty Bay (South Shetland Islands) as part of the near shore Antarctic ecosystem*. *Pol. Polar Res.*, 1 (1), 11–27, 1980 b.
18. Rakusa-Suszczewski S. — *Polish Antarctic Expedition 1975/76*. *BIOMASS, II SCAR*, Cambridge, 151–155, 1981.
19. Rakusa-Suszczewski S., Dominas H. — *Chemical composition of the Antarctic Amphipoda Paramoera walkeri Stebbing and chromatographic analysis of its lipids*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 21, 261–268, 1973.

20. Rakusa-Suszczewski S., Klekowski R. Z. — *Biology and respiration of the Antarctic Amphipoda (Paramoera walkeri Stebbing) in the summer*. Pol. Arch. Hydrob., 20, 37—45, 1973.
21. Rakusa-Suszczewski S., Opaliński K. — *Wrażenia z pobytu naukowego na Antarktydzie*. Wiad. Ekol., 16, 268—271, 1970.
22. Rakusa-Suszczewski S., Piasek A. — *Size, Feeding and Action of Proteolytic Enzymes in Antarctic Fish of Trematomus Genus (Notothenidae)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. biol., 21, 139—144, 1973.
23. Rakusa-Suszczewski S., McWhinnie M. A. — *Resistance to freezing by Antarctic fauna: supercooling and osmoregulation*. Comp. Biochem. Physiol., 54 A, 291—300, 1976.
24. Rakusa-Suszczewski S., McWhinnie M. A., Cahoon M. O. — *Respiration of the antarctic copepod, Rhincalanus gigas*. Limn. Oceanogr., 21, 763—765, 1976.
25. Rembiszewski J. M. — *Raja rakusai sp. n. (Pisces, Rajidae) from the area of Elephant Island (South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res., 1 (1), 95—98, 1980.
26. Rembiszewski J. M., Zieliński K. — *Some interesting fish species from the area of Elephant Island (South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res., 1 (1), 99—102, 1980.
27. Zdzitowiecki K. — *Wstępne badania nad pasożytami ryb okolic Południowych Szetlandów i Południowej Georgii (Antarktyka)*. Kosmos A, 6, 651—659, 1978 a.
28. Zdzitowiecki K. — *On the occurrence of juvenile Acanthocephalans of the genus Corynosoma Luke, 1904 in fishes off South Georgia and South Shetland Islands (The Antarctic)*. Acta Ichth. Pisc., 8 (2), 111—127, 1978 b.
29. Zdzitowiecki K. — *Digenetic trematodes in alimentary tracts of fishes of South Georgia and South Shetland (Antarctica)*. Acta Ichth. Pisc., 9 (1), 15—31, 1979.
29. Zdzitowiecki K. — *Digenetic trematodes in alimentary tracts of fishes of South Georgia and South Shetland (Antarctica)*. Acta Ichth. Pisc., 9 (1), 15—31, 1979.
30. Zdzitowiecki K., Drózd J. — *Redescription of Stegophorus macronektes (Johnston et Mawson, 1942) and description of Stegophorus arctowski sp. n. (Nematoda, Spiruina) from birds of South Shetlands (the Antarctic)*. Acta Parasit. Pol., 27 (22), 205—212, 1980.

PIOTR J. BYKOWSKI

Zakład Technologii Przetwórstwa MIR
Gdynia

KIERUNKI I PERSPEKTYWY POLSKICH PRAC TECHNOLOGICZNYCH NAD WYKORZYSTANIEM ŻYWYCH ZASOBÓW ANTARKTYKI

WPROWADZENIE

Druga połowa lat siedemdziesiątych przyniosła daleko idące zmiany w światowym rybołówstwie. Wystąpiło w tym czasie masowe wprowadzanie przez państwa nadbrzeżne 200-milowych stref ekonomicznych przy jednoczesnym przełowieniu wielu tradycyjnych gatunków ryb. Spowodowało to, że wiele państw nie dysponujących dużymi zasobami u własnych wybrzeży znalazło się w bardzo niekorzystnym położeniu, gdyż zakończył się dla nich swobodny dostęp do wielu bogatych łowisk. W tej grupie państw znalazła się również i Polska, która była zmuszona wobec tego wypracować nową strategię rybołówstwa, opartą w dużej mierze na zawieraniu różnego rodzaju porozumień z państwami nadbrzeżnymi. W tej sytuacji zainteresowanie wielu państw zwróciło się w kierunku rejonów połowowych nie objętych międzynarodowymi ograniczeniami prawnymi. Do rejonów takich należały nie będące niczyją własnością łowiska subantarktyczne. Morski Instytut Rybacki, przewidując rozwój sytuacji prawno-politycznej w rybołówstwie, interesował się tymi zasobami już w latach sześćdziesiątych. Jednak dopiero wprowadzenie do eksploatacji statku badawczego „Profesor Siedlecki” umożliwiło systematyczne badania. Rozpoczęły je dwie wyprawy morskie, z których pierwsza — na przełomie 1973/74 — prowadziła prace w rejonie Falklandów i dalej na południe aż do Cieśniny Drake’a. Druga, zorganizowana wiosną 1975 r., penetrowała sektor Oceanu Indyjskiego w obszarze szelfu archipelagu Kerguelen. Intensyfikację badań zasobów antarktycznych przynoszą dalsze lata, a za przełomowy moment należy uważać grudzień 1975 r., kiedy to wyrusza I Morska Ekspedycja Antarktyczna finansowana przez Polską Akademię Nauk a organizowana przez Instytut Ekologii PAN i MIR. Zdobyte doświadczenia, dotyczące zarówno kryła, jak i ryb, dały asumpt do organizowania kolejnych ekspedycji, których charakterystyczną cechą — różniącą badania polskie od badań prowadzonych przez inne kraje — było harmonijne łączenie prac typu podstawowego z szeroko prowadzonymi pracami technologicznymi, zmierzającymi do możliwie najszybszego i najracjonalniejszego wykorzystania nowo poznanych zasobów.

Efektem bezpośrednim tych działań było podjęcie już w 1977 r. prze-

mysłowej eksploatacji łowisk antarktycznych. W pierwszym okresie flota polska łowiła ryby wyłącznie w rejonie Georgii Południowej, następnie na łowiskach Orkadów Południowych, aby w sezonie 1978/79 rozpocząć prace w pobliżu Półwyspu Antarktycznego na łowiskach Elephant, Joinville i Szetlandów Południowych. Ogólnie, w czasie przemysłowej eksploatacji wód antarktycznych, do 1980 złowiono około 300 tys. ton ryb; przeważały w tym gatunki z Morza Scotia oraz ryby wód subantarktycznych z łowisk w pobliżu Falklandów [22].

RYBY ANTARKTYCZNE

Charakterystyczną cechą łowisk antarktycznych jest występowanie znacznie mniejszej liczby gatunków ryb niż w innych rejonach połowowych. Spośród nich większość stanowią gatunki endemiczne dla Antarktyki. Wśród ryb dennych będących obiektem połowów przemysłowych podstawową grupę stanowią *Nototheniidae* i *Chaenichthyidae*.

W początkowym okresie przemysłowej eksploatacji ryb z łowisk antarktycznych w połowach dominowały: kergulena (*Champscephalus gunnari*), georgianka (*Pseudochaenichthys georgianus*), borel (*Chaenocephalus aceratus*), nototenia (*Notothenia rossi marmorata*), nototenia żółta (*Notothenia gibberifrons*) oraz mniej liczny antar (*Dissostichus eleginoides*). Poszerzenie rejonu połowów przyniosło nowe gatunki: skwamę (*Notothenia squamifrons*) oraz orkadę szarą (*Chionodraco rastrispinosus*) i orkadę niebieską (*Chaenodraco wilsoni*).

Kiedy w 1975 roku rozpoczęto polskie badania w rejonie antarktycznym, niewiele było informacji technologicznych dotyczących poławianych tam w celach przemysłowych gatunków ryb. Stąd też podstawowym zadaniem ekip technologicznych, uczestniczących w pierwszych wyprawach było możliwie szybkie wypełnienie tej luki, tak aby załogi statków rozpoczynających przemysłową eksploatację dysponowały już niezbędnymi informacjami technologicznymi, pozwalającymi na właściwe postępowanie i obróbkę złowionego surowca, a także na ukazanie polskiemu przemysłowi rybnemu najracjonalniejszych kierunków jego wykorzystania. Zadanie to zostało wykonane w czasie pierwszych ekspedycji antarktycznych w zakresie pozwalającym na rozpoczęcie eksploatacji przemysłowej. Wynikiem prac było określenie podstawowych zależności technologicznych, ocena przydatności surowca do konsumpcji, a także wskazanie podstawowych kierunków jego zagospodarowania, co w znacznej mierze dopomogło przemysłowi w przyjęciu nowych surowców i szybkim wprowadzeniu ich na rynek w formie gotowych wyrobów lub w postaci mrożonej.

W tabeli 1 przedstawiono uogólnione wyniki naszych prac nad określeniem udziału wątroby i ikry w ważniejszych gatunkach ryb antarktycznych, a także wydajność technologiczną podstawowych form obróbki.

Przed przystąpieniem do eksploatacji zasobów ryb z nowych łowisk dysponowano w Polsce jedynie fragmentarycznymi danymi, dotyczącymi ich składu chemicznego. W tabeli 2 przedstawiono podstawowy skład chemiczny ważniejszych gatunków dla przemysłu. Dane te uzyskano prowadząc systematyczne prace nad tym zagadnieniem w czasie pierwszych ekspedycji.

Tabela 1

Wydajność technologiczna podstawowych form obróbki oraz udział wątroby i ikry w ważniejszych rybach antarktycznych (w % od całkowitej masy ryby)

Gatunek	Tuszka	Filet bez skóry	Wątroba	Ikra
Nototenia (<i>Nototenia rossi marmorata</i>)	43,3	27,5	3,2	7,3
Nototenia żółta (<i>Nototenia gibberifrons</i>)	54,6	35,3	1,0	—
Skwama (<i>Nototenia squamifrons</i>)	53,2	32,6	1,5	1,5
Kergulena (<i>Champscephalus gunnari</i>)	54,7	43,9*	1,6	1,3
Borel (<i>Chaenoccephalus aceratus</i>)	41,4	27,5	1,3	2,8
Georgianka (<i>Pseudochaenichthys georgianus</i>)	41,9	29,8	4,2	3,7
Krokodylec (<i>Chaenichthys rhinoceros</i>)	37,1	24,1	4,4	0,4

* Filet ze skórą.

Tabela 2

Podstawowy skład chemiczny niektórych gatunków ryb antarktycznych w %

Gatunek	Białko N × 6,25	Tłuszcz	Woda	Popiół
Nototenia	12,8—16,6	8,9—13,8	69,5—75,5	0,8—1,5
Nototenia żółta	16,3—19,4	0,4—3,0	76,0—81,0	1,2—1,4
Skwama	15,4—17,4	2,4—6,0	77,0—80,5	1,0—1,1
Kergulena	17,2—19,0	1,1—1,2	79,0—81,0	1,2—1,3
Borel	17,1	1,0	80,6	0,7
Georgianka	17,5	7,7	75,5	1,3
Krokodylec	19,0	1,2	79,5	1,3

Dokonano też wstępnej analizy ryb antarktycznych pod względem zawartości w nich metali toksycznych oraz histaminy (tab. 3).

W prowadzonej przez MIR kompleksowej ocenie przydatności technologicznej ryb antarktycznych wielokrotnie stwierdzono, że zwłaszcza ryby białokrwiste są odporne na długotrwałe przechowywanie przed mrożeniem, nawet w niekorzystnych warunkach, bez specjalnego zabezpieczenia (np. schładzanie w oziębionej wodzie morskiej). Zagadnienie to ma szczególnie istotne znaczenie przy wysokich dziennych wydajnościach połowów. Stwierdzono również w czasie prowadzonych ocen jakości mrożonych białokrwistych ryb antarktycznych, że okresy ich trwałości przekraczają w sposób znaczny czasy składowania przewidziane odpowiednimi polskimi normami. Wynikiem pracy zespołu technologicznego MIR była sugestia przedłużenia okresu składowania np. dla zakresu temperatur chłodniczych -22°C — -30°C z 8 do 10 miesięcy. Wprowadzenie wyników pracy do norm polskich powinno wpłynąć na obniżenie kosztów składowania ryb w chłodniach, a także pozwolić na uelastyczenie obrotu surowcem pochodzącym z odległych łowisk antarktycznych.

Tabela 3

Zawartość metali ciężkich i histaminy w rybach antarktycznych [10, 12]

Gatunek	Hg	Cd	Pb	Histamina
		g/100 g		mg/100 g
Georgianka	1,1	3,3	5,0	5,1
Nototenia	2,2	2,1	6,8	3,0—5,5
Borel	1,0	1,0	4,0	7,7
Kergulena	1,0	1,4	5,9	6,2—7,0
Antar	1,0	8,1	322,0	—

Tabela 4

Wydajność produkcji tusz i filetów ze skórą oraz podstawowy skład chemiczny niektórych gatunków ryb z łowisk nowozelandzkich w % [14]

Gatunek	Udział, %		Białko N × 6,25	Tłuszcz	Woda	Popiół
	tusze	filety ze skórą				
Miruna (<i>Macruronus novaezealandiae</i>)	68,5	53,9	17,9	2,5	79,1	1,2
Dalma srebrzysta (<i>Serirolella punctata</i>)	62,2	50,8	15,7	19,6	64,1	1,0
Atun (<i>Thyrsites atun</i>)	72,8	56,5	21,8	10,1	67,7	1,3
Silver kingfish (<i>Rexea solandri</i>)*	64,6	53,5	19,5	8,7	71,3	1,3
Yellowtail (<i>Serida grandis</i>)*	65,3	55,2	22,5	1,3	74,1	1,4

* Nazwa lokalna.

Przedstawione w skrócie powyższe prace technologiczne przyniosły efekty, z których najważniejszym było szybkie wprowadzenie na rynek nowych i nieznanych zarówno polskiemu konsumentowi, jak też i przemysłowi przetwórczemu surowców. Szczególnie wysoko zostały przez konsumentów ocenione ryby białokrwiste — kergulena, georgianka, borel — które obok wysokich walorów smakowych odznaczają się brakiem kości śródmięśniowych (np. kergulena), co znacznie ułatwia jej przygotowanie kulinarne. Obok bezpośredniego spożycia w postaci smażonych lub gotowanych filetów czy tusz, polski przemysł rybny produkuje z ryb antarktycznych wiele wyrobów garmażeryjnych, konserw i marynat.

Wynikiem prac technologicznych było również opracowanie technologii i wdrożenie w PPDiUR „Dalmor” w Gdyni produkcji kawioru z borela i georgianki. Produkt ten, o dużych walorach smakowych i odżywczych, mimo wysokiej ceny szybko zyskał akceptację konsumentów w kraju, a nawet był przedmiotem eksportu.

Dodatkową korzyścią badań antarktycznych mogą stać się w przyszłości wyniki uzyskane w czasie III Polskiej Wyprawy Antarktycznej, a dotyczące nowych gatunków ryb z łowisk nowozelandzkich. Chociaż akwen ten nie należy do strefy antarktycznej, niemniej prace te wykonano w czasie rejsu



Rys. 1. Kryl antarktyczny — *Euphausia superba*. Fot. R. Stąpnik

dookoła Antarktydy, w którym brały udział: statek badawczy MIR „Profesor Bogucki” oraz trawler - przetwórnia „Sagitta”. W tabeli 4 przedstawiono wydajność produkcji tusz i filetów ze skórą oraz podstawowy skład chemiczny ważniejszych gatunków ryb z łowisk Nowej Zelandii. Flota polska nie prowadzi obecnie połowów na większą skalę w tym rejonie, niemniej w przypadku ich rozpoczęcia przygotowane wcześniej informacje technologiczne mogą okazać się bardzo przydatne.

KRYL ANTARKTYCZNY (*EUPHAUSIA SUPERBA*)

W ostatnich latach w literaturze światowej ukazało się wiele prac poświęconych zagadnieniom zasobów kryla, stanowiącego według opinii specjalistów ostatnie dostępne i masowe źródło białka pochodzenia zwierzęcego. Chociaż szacunki i opinie specjalistów często różnią się między sobą w sposób znaczny, nikt nie podważa możliwości rozsądnej eksploatacji zasobów *Euphausia superba*. Z punktu widzenia technologii przetwarzania kryl jest surowcem najtrudniejszym z dotychczas znanych i wykorzystywanych przez światowy przemysł rybny.

W chwili podjęcia przez Polskę badań antarktycznych nasza znajomość zagadnień przetwórstwa kryla była znikoma, co wynikało z braku w światowej literaturze informacji, które mogłyby pomóc we wstępnym rozpoznaniu problemu. W takiej sytuacji polskie prace technologiczne prowadzono dwukierunkowo: równocześnie z określaniem właściwości technologicznych kryla jako surowca prowadzono prace nad szerokim jego wykorzystaniem, planując już od początku możliwie kompleksowe jego zagospodarowanie. Polskie prace technologiczne w zakresie przetwórstwa kryla prowadzone są w kierunkach wykorzystania tego skorupiaka do konsumpcji, na pasze lub na cele techniczne.

WŁASNOŚCI TECHNOLOGICZNE SUROWCA

Pod tym pojęciem określa się zespół cech biologicznych, anatomicznych, fizycznych i biochemicznych oraz sensorycznych, decydujących o wartości użytkowej surowca i jego przydatności technologicznej, a także o zachodzących w czasie zmianach tych czynników. Bez znajomości własności technologicznych niemożliwe jest podejmowanie jakichkolwiek działań pozwalających na racjonalne wykorzystanie surowca. Jak już wspomniano, kryl jest najtrudniejszym technologicznie ze znanych surowców morskich. Wiele jest powodów takiego stanu rzeczy np. na kilkunastotonowy połów składa się od kilku do kilkunastu milionów osobników o różnym stanie biologicznym i fizjologicznym. Istotny wpływ na przydatność technologiczną mają: wielkość osobnika i związany z żerowaniem stan fizjologiczny. Tak więc, jedną z pierwszych prac wykonanych przez polskich technologów było, uwzględniając kryteria stanu żerowania i wielkości, podzielenie surowca na trzy grupy o różnej przydatności technologicznej, a tym samym o różnych kierunkach jego wykorzystania (tab. 5).

Prowadzono też systematyczne prace nad określeniem podstawowego składu chemicznego kryla, stwierdzając jego dużą zmienność w zależności od czynników biologicznych i fizjologicznych. Cechą charakterystyczną surowca jest wysoka zawartość azotu niebiałkowego, stanowiąca około 30% całkowitej ilości azotu. W wielu publikacjach, zwłaszcza wcześniejszych, podawano — wychodząc z przeliczenia azotu — zawyżoną ilość białka, gdyż nie uwzględniano azotu chityny, wolnych aminokwasów, a także innych form azotu niebiałkowego. Jak wynika z badań składu aminokwasowego, białko kryla odznacza się wysoką wartością odżywczą, zbliżoną do białek dorsza czy krewetek.

Tabela 5

Przydatność technologiczna kryla w zależności od jego stanu fizjologicznego i wielkości [13]

Grupa	Stan fizjologiczny	Wielkość	Przydatność technologiczna
A	Nieżerujący	Duży i średni	Do wszystkich kierunków przetwarzania. Do uzyskiwania czystego, odłuszczonego mięsa korzystniejszy kryl o większych rozmiarach
B	Słabo żerujący	Duży i średni	Do wszystkich kierunków przetwarzania. W przypadku przerobu na produkty spożywcze pożądane jest usunięcie zawartości głowotułowia, np. przez odwirowanie kryla
C	Silnie żerujący	Mały	Nieprzydatny do przerobu na produkty spożywcze. Przydatny do przerobu na pasze i produkty techniczne

Lipidy kryla, podobnie jak innych zwierząt morskich, podlegają zmianom ilościowym i jakościowym w zależności od stanu biologicznego, wielkości, rejonu połowowego itp. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym porównywanie istniejących danych, dotyczących zawartości lipidów, są różnice w stosowanych metodach ekstrakcji. W poprzednich opracowaniach, gdy stosowano tradycyjną ekstrakcję eterem, rezultaty są zaniżone średnio o 30%. Ogólnie lipidy kryla różnią się składem w stosunku do innych surowców morskich, charakteryzuje je wysoka zawartość fosfolipidów — głównie lecytyn i kefalin — dochodząca do 40—50%. Spośród glicerydów około 30—40% to trójglicerydy i 10% — dwuglicerydy. Wchodzące w skład lipidów kryla substancje niezmydlające — to głównie sterole (1,7—7,6%), tokoferole oraz karotenoidy, w tym podstawowy barwnik kryla astaksantyna [23]. Ponad 50% ogólnej ilości kwasów tłuszczowych stanowią nienasycone, w tym 20—30% to kwasy wielonienasycone.

Dotychczas ani w Polsce, ani w innych krajach (ZSRR, RFN) nie udało się wydzielić oleju z kryla po jego obróbce cieplnej (np. przy przetwarzaniu na mączkę paszową), co świadczy o silnym związaniu lipidów z białkami surowca. Ta cecha lipidów kryla znacznie utrudnia operacje technologiczne, w których korzystne byłoby wydzielenie ich na drodze mechanicznej (np. separacja przez odwirowanie).

W tabeli 6 przedstawiono skład chemiczny kryla na podstawie polskich danych, dla porównania podano przeciętny skład kryla, uśredniony z wielu obecnie dostępnych w literaturze danych.

Ilość mikro- i makroelementów zawartych w krylu nie odbiega w sposób zasadniczy od stwierdzonej u innych zwierząt morskich, jednak stężenia sodu, magnezu, wapnia, żelaza, seleniu są wyższe od przeciętnych, niskie są natomiast stężenia toksycznych metali ciężkich.

Czynnikiem, który może wpłynąć na ograniczenie wykorzystania kryla na cele spożywcze i paszowe, jest wysokie, rzadko spotykane w świecie zwierzęcym, stężenie fluoru w pancerzu [6, 24, 25]. Przekracza ono kilkanaście do kilkudziesięciu razy stężenie tego pierwiastka w innych surowcach morskich.

Tabela 6

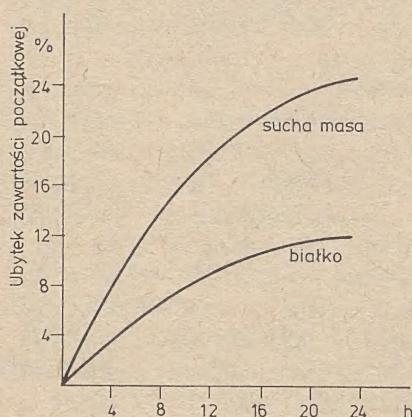
Skład chemiczny kryla w % [13, 15]

Woda	Białko N × 6,25	Lipidy	Popiół	Chityna	Źródło
80,1	13,0	2,8	2,8	0,7	[13]
75,4	12,2	6,6	3,0	0,8	[17]

Intensywne prace wykonane w ciągu ostatnich lat w Polsce i RFN stworzyły w efekcie możliwości rozwiązania tego istotnego problemu [1, 7, 15].

Jednym z elementów, utrudniających przetwórstwo kryla, jest jego niezwykle aktywny układ enzymatyczny. W jego skład wchodzi obok proteaz, hydrolazy peptydów, hydrolazy glikozydów rozszczepiające polisacharydy — w tym celulozę, hemicelulozę, skrobię, a także lipazy, esterazy oraz oksydazy [11]. Szczególnie aktywny jest przystosowany do działania w niskich temperaturach układ proteaz.

Efektem działania enzymów jest powstawanie — podczas przechowywania surowca, przed jego przetwarzaniem — znacznej ilości wycieku płynów tkanekowych wraz z którym bezpowrotnie traci się dużą część suchej masy surowca, w tym cenne składniki białkowe (rys. 2).



Rys. 2. Straty suchej masy i białka w czasie przechowywania kryla wg [7]

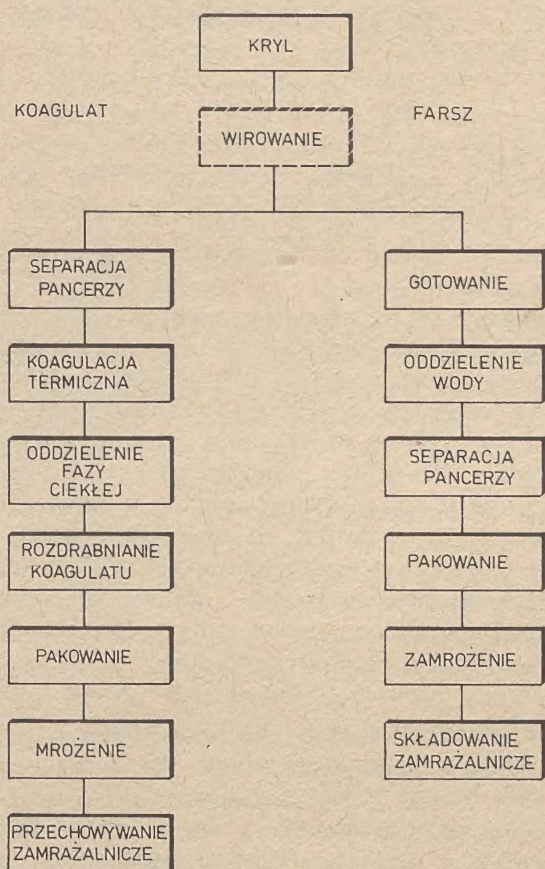
Określenie właściwości technologicznych kryla, a także poznanie zmian zachodzących w surowcu w czasie przed jego przetwarzaniem, pozwoliło na opracowanie wytycznych sugerujących najwłaściwsze wykorzystanie kryla. I tak, na przykład, kryl do trzech godzin od złowienia może być mrożony z dalszym przeznaczeniem na cele spożywcze; do przetwórstwa na cele spożywcze na statku nadaje się kryl po upływie czterech godzin od złowienia; przy przerobie na mączkę paszową czas oczekiwania nie powinien przekraczać 10 godzin. Stwierdzono również, że surowiec przeznaczony na cele spożywcze powinien pochodzić z zaciągów o masie nie przekraczającej 5—7 ton.

PRZETWÓRSTWO KRYLA NA CELE SPOŻYWCZE

Specyficzne właściwości technologiczne kryla, tj. małe wymiary, niska wytrzymałość mechaniczna, zróżnicowany stopień żerowania, a w szczególności wysoka podatność na procesy autolityczne, zwłaszcza głowotułowia, stworzyły konieczność opracowania wielu technologii, w dużym stopniu odmiennych od stosowanych dotychczas w przetwórstwie morskich surowców żywnościowych. Główne kierunki polskich prac nad wykorzystaniem kryla na cele spożywcze koncentrują się na przetwarzaniu surowca na koagulat i farsz, na precypitat oraz na mięso odskorupione.

Pierwszym produktem z kryla antarktycznego, który znalazł się na światowym rynku, był koagulat opracowany już w 1964 r. przez naukowców radzieckich, zwany w ZSRR pastą „Okean”. Od 1972 r. ten koncentrat skoagulowanego termicznie białka jest produkowany na skalę przemysłową na radzieckich statkach rybackich.

Wobec całkowitego braku w Polsce doświadczeń technologicznych w przetwórstwie kryla, prace rozpoczęto od tego właśnie produktu, przy którym



Rys. 3. Schemat technologiczny otrzymywania koagulatu i farszu z kryla

istnieje możliwość szybkiego i masowego przerobu surowca za pomocą stosunkowo prostych urządzeń. Proces technologiczny otrzymywania koagulatu składa się z kilku operacji: oddzielenie mięsa od pancerza, koagulacja termiczna półpłynnej masy mięsnej, oddzielenie powstałego wycieku termicznego, rozdrobnienie skoagulowanej masy, pakowanie i mrożenie (rys. 3).

Praktyka ujawniła jednak, że ten na pozór prosty proces jest w gruncie rzeczy dość skomplikowany. W czasie pierwszych prac stwierdzono, że poszczególne jego parametry muszą być dopracowane, aby uzyskiwać produkt możliwie wysokiej jakości. Jednym z pierwszych problemów, które zostały przez Polaków rozwiązane, było opracowanie metody separacji pancerza. Ma to zasadnicze znaczenie dla wydajności procesu, a także jakości produktu i zawartej w nim pozostałości pancerza. W wyniku prac stwierdzono, że najlepsze oddzielenie mięsa od pancerza uzyskuje się stosując urządzenie taśmowo-bębnowe typu „neopress”. Bardzo dobre wyniki separacji pancerza uzyskano w czasie badań wykonanych przez pracowników MIR podczas I Ekspedycji Antarktycznej, gdzie jako urządzenie separujące zastosowano poziomą wirówkę dekantacyjną. Najlepszy efekt separacji uzyskuje się stosując sposób kombinowany: taśmowo-bębnowy separator i wirówkę poziomą. Obok separacji pancerza szczególnie ważną operacją procesu jest koagulacja termiczna. Najkorzystniejsze rezultaty uzyskuje się stosując temperaturę 80–85 °C w czasie 3–5 minut. Zastosowanie temperatur wyższych lub też przedłużenie czasu ogrzewania daje w efekcie pogorszenie jakości koagulatu. Zagadnienie to nie zostało w pełni rozwiązane w czasie polskich badań. Wpłynął na to między innymi fakt zawieszenia prac nad koagulatem ze względu na niekorzystne wyniki badań toksykologicznych.

W czasie II Polskiej Ekspedycji Antarktycznej opracowano nową technologię wytwarzania z kryla produktu konsumpcyjnego typu pasty, tzw. farszu. Zaletą nowej technologii było wstępne utrwalenie surowca przez zastosowanie obróbki termicznej w temperaturze około 90°. Operacja ta może być wykonana z dużą przepustowością, co pozwala na wykorzystanie większej ilości surowca niż przy przerobie kryla na koagulat. Pozostałe operacje technologiczne są analogiczne jak w procesie uzyskiwania koagulatu (rys. 3). Biorąc pod uwagę fakt, że średnio około 50% poławianego kryla to osobniki o różnym stopniu napełnienia przewodu pokarmowego, co powoduje niekiedy nieprzydatność surowca do przerobu na cele spożywcze, w opracowanej technologii wytwarzania farszu wprowadzono dodatkową operację: usuwanie zawartości głowotułowia przez wirowanie. Zabieg ten wpływa dodatnio na jakość produktu, pozbawiając go niekorzystnych cech sensorycznych wynikających m.in. z obecności w wyrobie produktów oksydacji lipidów, których ilość obniża się w surowcu o blisko 40% w czasie operacji wirowania.

W tabeli 7 przedstawiono skład chemiczny koagulatu i farszu z kryla, dla porównania podano analogiczne dane dla radzieckiego koagulatu tj. pasty „Okean”. Oba produkty mają zbliżony okres trwałości zamrażalniczej tj. około 12 miesięcy przechowywania w temperaturze od –18 do –20 °C. Koagulat wytworzony z surowca o dobrej jakości przy prawidłowym zachowaniu parametrów technologicznych procesu ma kaszkowatą teksturę zbliżoną do twarogu, barwę różową do ceglastoczerwonej oraz charakterystycz-

Tabela 7

Skład chemiczny farszu i koagulatu w porównaniu ze składem
pasty "Okean" w % [18, 19]

	Woda	Azot		Lipidy	Pancerz
		białkowy	nie- białkowy		
Farsz	74,8	1,83	0,39	8,7	0,39
Koagulat	73,8	2,38	0,33	6,6	0,46
Pasta "Okean"	70,4	1,85	—	7,4	—

ny zapach i smak skorupiakowy. Farsz ma konsystencję zbliżoną do pasty, przy pozostałych cechach zbliżonych do koagulatu.

Oba produkty z kryla były z umiarkowanym powodzeniem wprowadzane na rynki ZSRR i RFN. Polskie doświadczenia marketingowe nie zostały przeprowadzone ze względu na negatywne wyniki badań toksykologicznych. Prace nad wykorzystaniem koagulatu i farszu nie przekroczyły nigdy skali laboratoryjnej, wynikały z nich jednak możliwości komponowania potraw, w których jako dodatki do produktów z kryla stosowano ryby, sery itp. Obecnie prace w tym zakresie nie są prowadzone.

Technologię wytwarzania masowego produktu z kryla opracował zespół Akademii Rolniczej z Szczecina. Jedną z operacji procesu stanowi sterowana autoproteoliza surowca, co w znacznym stopniu wpływa na podwyższenie wydajności procesu, a także pozwala na polepszenie warunków oddzielania pancerza w wirówce poziomej [16].

Umiarkowane powodzenie we wprowadzaniu na rynek wymienionych produktów krylowych, wynikające głównie z ich cech sensorycznych, wywołało rozwój innych technologii, a w szczególności doprowadziło do powstania najcenniejszego z produktów, tj. czystego mięsa z kryla, mogącego stanowić substytut mięsa krewetek. W kilku krajach opracowano różne sposoby odskorupiania kryla m.in. trzy z nich powstały lub były adaptowane w Polsce — metoda cierna, udarowa i rolkowa.

Opracowana w Morskim Instytucie Rybackim technologia polega na odskorupieniu kryla po jego obróbce cieplnej i zamrożeniu. Samo odskorupianie odbywa się poprzez ścieranie pancerza przez szorstkie powierzchnie wirujących tarcz obrotowych umieszczonych wewnątrz nieruchomego perforowanego bębna. Pyliste odpady są usuwane w sposób ciągły na zewnątrz poprzez układ aspiracyjny. Opracowane urządzenie posiadało przepustowość około 500 kg/h przy wydajności 25% produktu w stosunku do masy surowca. Produkt w czasie pierwszych miesięcy przechowywania w temperaturze -25°C zachowuje dobre cechy sensoryczne i jest w smaku zbliżony do mięsa krewetek, jednakże przedłużenie przechowywania do 5–6 miesięcy prowadzi do istotnego obniżenia jego jakości. Na trwałość mięsa wpływa niekorzystnie wstępne przechowywanie kryla w wodzie morskiej oraz stosowanie jej do gotowania surowca, najważniejszą jednak przyczyną obniżania się jakości produktu jest obecność w nim około 25% granul zawierających fragmenty głowotułowia wraz z wnętrznościami. Właściwe rozwiązanie tego problemu

wpłynęłoby zasadniczo na trwałość produktu determinowaną głównie oksydacyjnymi zmianami lipidów [2].

Prace nad przetwórstwem kryla były również prowadzone na zlecenie MIR przez zespoły naukowców i praktyków z polskich przedsiębiorstw rybołówstwa dalekomorskiego. Interesujące z technicznego punktu widzenia rozwiązanie opracowano w gdyńskim „Dalmorze” (tzw. metoda udarowa).

Ugotowany surowiec jest zwalniany od pancerza w specjalnej wirówce posiadającej wirującą tarczę oraz nieruchomą zewnętrzną koronę zaopatrzoną w pręty. W wyniku działania tej wirówki uzyskuje się mieszaninę fragmentów odskorupionych mięśni, odwłoków, pancerzy wraz z odnóżami. Oddzielanie mięśni od pozostałości jest wykonywane poprzez trzykrotną wodną flotację. Wydajność procesu jest niska i wynosi około 10%, a sama operacja flotacji, zdająca egzamin w warunkach lądowych, mniej sprawnie przebiegała na statku. W dodatku, wynikiem przedłużonego kontaktu mięśnia z wodą jest wyługowanie substancji smakowych, co w efekcie daje produkt mający wygląd ziaren ryżu, prawie całkowicie pozbawiony skorupiakowego smaku i zapachu. Wydaje się, że jedyną formą jego wykorzystania może być stosowanie go jako zamiennika białkowego. Jak wynika z przeprowadzonych prac, produkt uzyskiwany metodą udarową pozbawiony jest takich właściwości funkcjonalnych jak: wodochłonność, zdolność emulgowania tłuszczów, żelowania, co zasadniczo ogranicza możliwości jego wykorzystania [9].

W Morskim Instytucie Rybackim prowadzono również prace nad wykorzystaniem typowych łuszczonek krewetkowych do uzyskiwania mięsa z kryla antarktycznego. Stwierdzono, że stosowana w urządzeniu amerykańskiej firmy Laitram metoda łuszczenia na obracających się sektorowo elastycznych wałkach jest przydatna do uzyskania czystego mięsa w odwłoków kryla. Jednakże testowane w warunkach morskich i na lądzie łuszcarki krewetkowe Laitram miały zbyt małą przepustowość przy obróbce kryla (przeciętnie 70 kg/h przy obróbce świeżego surowca i około 100—150 kg/h przy surowcu rozmrożonym), co przy dużych gabarytach urządzenia i wysokim zużyciu wody technologicznej, czyniło je nieprzydatnym dla warunków morskich. Tym niemniej, biorąc pod uwagę korzystne cechy organoleptyczne produktu, a zwłaszcza jego stabilność podczas przechowywania zamrażalniczego, prace w tym kierunku kontynuowano; m.in. ich wynikiem było testowanie w czasie V Ekspedycji Antarktycznej prototypu pierwszej w świecie łuszcarki krylowej skonstruowanej przez firmę Laitram, niestety okazało się, że zastosowanie nowego rozwiązania technicznego polegającego na prostopadłym przepływie surowca w stosunku do obracających się wałków nie powoduje należytego odskorupiania [5]. Również w czasie tejże Ekspedycji testowano nowe rozwiązanie typu rolkowego będące efektem prac zespołu konstruktorów i mechaników MIR. Próby tego prototypu, w którym zastosowano tradycyjny układ ruchu rolek i przepływu surowca przy jednoczesnym odmiennym wykorzystaniu szczelin roboczych zakończyły się powodzeniem [8]. Doskonalenie prototypu powinno w przyszłości przynieść rozwiązanie tego zasadniczego dla przetwórstwa problemu. Uzyskiwane metodą rolkową mięso kryla charakteryzuje się bezwzględnie najlepszymi spośród wymienionych rodzajów produktów cechami sensorycznymi. Produkt uzyskiwany metodą rolkową odznacza się białoróżową barwą, łagodnym skorupiakowym smakiem i za-

pachem oraz jedrną konsystencją; mięso uzyskiwane w warunkach morskich posiada lepsze walory smakowe niż produkowane z surowca rozmrożonego. Negatywną cechą produktu jest wysoka zawartość wody wchłanianej m.in. w czasie procesu odskorupiania; przeprowadzone próby jej usuwania na drodze ociekania nie przyniosły efektu. Znalezienie metod usuwania nadmiaru wody jest podstawowym problemem technologicznym, związanym z wykorzystaniem mięsa uzyskiwanego metodą rolkową [3]. Prace w tym zakresie są obecnie kontynuowane. Dotyczy to zarówno zagadnień technologicznych, jak i kierunków wykorzystania produktu.

W tabeli 8 przedstawiono przeciętny skład chemiczny mięsa z kryla wytwarzanego trzema metodami.

Tabela 8

Przeciętny skład chemiczny mięsa z kryla w % [2, 3]

Metoda uzyskiwania mięsa	Woda	Białko	Lipidy	Pancerz
Cierna	74—80	14,3—16,8	4,4—6,4	0,6—0,9
Udarowa	76,2	21,6	1,9	—
Rolkowa	75,0	13,0	1,0	0,1—0,2

Tabela 9

Zawartość fluoru w produktach z kryla wytwarzanych w Polsce [1, 6, 25]

Rodzaj produktu	Zawartość fluoru mg/kg
Mięso kryla	40
Koagulat	140
Mączka krylowa	1800
Mączka krylowa o obniżonej zawartości pancerza	785
Odpady pancerza	1600

Opublikowana w końcu 1979 r. praca naukowców norweskich Soevika i Braekkana [24], dotycząca wysokiej zawartości fluoru w krylu i jego produktach, spowodowała intensywny rozwój badań w tym kierunku. Stwierdzony przez Norwegów poziom tego pierwiastka stawiał pod znakiem zapytania przydatność kryla jako źródła białka. W tabeli 9 przedstawiono polskie rezultaty w tym zakresie. Zastosowanie dodatkowych operacji technologicznych polegających między innymi na obróbce mięsa kryla w słabych roztworach kwasów organicznych oraz dokładna mechaniczna separacja polegająca na możliwie precyzyjnym oddzieleniu pancerza pozwala na uzyskanie produktu o poziomie fluoru nie budzącym zastrzeżeń toksykologicznych. Jednocześnie amerykańskie władze nadzoru nad żywnością stwierdziły, że ze względu na zawartość fluoru mięso kryla może stanowić żywność, a nie jedynie dodatek do pożywienia. Z tych więc przyczyn należy kontynuować prace nad dosko-

nalaniem technologii uzyskiwania mięsa z kryla metodą rołkową, dającą w efekcie najwartościowszy sensorycznie produkt, odznaczający się jednocześnie najniższą zawartością pancerza.

W tym miejscu należy zaznaczyć, że ponad 95% fluoru zawartego w krylu znajduje się w pancerzu [1].

PRZETWÓRSTWO KRYLA NA CELE PASZOWE

U podstaw decyzji, która umożliwiła rozpoczęcie programu badań antarktycznych w zakresie technologii, była szansa wykorzystania kryla na cele paszowe. Badania w tym zakresie, a następnie późniejsze ich przemysłowe wdrożenie miały chociaż częściowo wpłynąć na zmniejszenie deficytu wysokobiałkowych pasz stosowanych w polskim rolnictwie, a także pozwolić na obniżenie nakładów dewizowych na import mączek rybnych.

Wykorzystanie kryla na cele paszowe nastręcza znacznie mniej problemów niż produkowanie ze skorupiaka żywności. Polskie badania technologiczne rozpoczęto od prac, mających na celu wykazanie przydatności istniejących na statkach typowych instalacji przeznaczonych do wytwarzania mączki rybnej dla przetwarzania na nich kryla. Na polskich statkach mączkę z kryla produkowano w urządzeniach prasowych typu YMF-35 oraz FM-50B, gdzie prasę ślimakową zastępuje pozioma wirówka dekantacyjna NX 314 firmy szwedzkiej Alfa Laval. Są to linie, w których mączkę paszową produkuje się klasyczną metodą dwustopniową. Polega ona na obróbce cieplnej surowca, odcisnięciu lub odwirowaniu powstałych wód odciekowych i wysuszeniu produktu w strumieniu gorącego powietrza. Średnia wydajność produkcji mączki rybnej w wymienionych urządzeniach wynosi około 18% w stosunku do użytego w procesie surowca; dla kryla wydajność jest znacznie niższa i wynosi około 10–15%, niższa jest też o około 10% przepustowość wytwórni. Jest to spowodowane nie tylko nieprzystosowaniem urządzeń, ale całkowitą odmiennością właściwości fizyko-chemicznych surowca krylowego, w tym m.in. znacznie wyższym niż u ryb wyciekami z surowca przed przerobem, będącym efektem działalności kompleksu enzymów kryla. Obok tego duży wpływ na straty suchej masy, a tym samym na wydajność procesu wytwarzania mączki paszowej, ma obróbka termiczna. Za optymalną temperaturę tej operacji uważa się 70°C. Zapewnia ona stabilizację poziomu suchej masy w wodach odciekowych, a jednocześnie daje produkt o zawartości około 20% lipidów, co i tak znacznie przewyższa poziom tego składnika w mączkach rybnych. Podwyższenie temperatury ogrzewania daje w efekcie okłudowanie tłuszczu, co powoduje jeszcze wyższą zawartość tego składnika w produkcie. Ilość wody w wyciekach po prasie lub wirówce poziomej w sposób znaczny wpływa na warunki operacji suszenia, w tym głównie na zwiększenie temperatury suszącego powietrza, a także przedłużenie czasu suszenia. Powoduje to obniżenie jakości mączki poprzez zmiany w dostępności lizyny, co tym samym zmniejsza wartość biologiczną produktu. Ubocznym efektem podwyższenia temperatury w czasie suszenia jest rozkład kompleksu barwników karotenoidowych, cennego składnika paszy zwłaszcza dla ryb łososiowatych.

Mączka kryła ma inne cechy niż rybna. I tak np. jej ciężar usypowy wynosi 450—550 kg/m³, podczas gdy rybnej 650—750 kg/m³; mimo stosowania analogicznych, jak dla produktu paszowego z ryb, młynków rozdrabniających, udział cząsteczek poniżej 0,3 mm wynosi około 90%. Nawet przy wysokiej zawartości tłuszczu (około 20%) mączka kryłowa nie zbryla się, czym różni się od mączki rybnej. Jest natomiast produktem silnie higroskopijnym. Barwa mączki z kryła zależy od jakości surowca oraz parametrów suszenia i zmienia się od jasnoczerwonej poprzez różową aż do jasnobeżowej. Zapach mączki kryłowej jest swoisty, charakterystyczny dla produktów ze skorpiaków. W tabeli 10 przedstawiono przeciętny skład chemiczny mączki kryłowej o obniżonej zawartości pancerza. Charakterystyczną cechą mączki jest wysoka zawartość pozostałości pancerzy, dochodząca do 12—13%. Składnik ten można określić jako typowy balast, nieprzyswajalny przez organizm zwierzęcia. Jak wynikało z badań przeprowadzonych w Instytucie Zootechniki w Krakowie, mączka kryłowa nie wpływała ujemnie na przebieg i efekty tuczu świń, rozwój prosiąt, tuch królików i kaczek, a także na wzrost karpi. Kontrowersyjne rezultaty uzyskano w tuczu drobiu. W tej sytuacji Instytut Zootechniki zaproponował wymianę w mieszankach paszowych połowy stosowanej mączki rybnej na mączkę kryłową zwłaszcza dla żywienia tuczników, kaczek, królików i ryb.

Tabela 10

Przeciętny skład chemiczny mączek kryłowych w % [4]

Rodzaj mączki	Woda	Białko	Tłuszcz	Popiół	Pancerz
Kryłowa	6,7	57	16	13	14
Kryłowa (obniżona zawartość pancerza)	6,2	68	15	9	6
Rybna (tłusta)	6—9	68—74	6—10	6—10	—

Badania zwierząt karmionych mączką kryłową wykazały możliwość jej niekorzystnego oddziaływania na niektóre ich narządy wewnętrzne (wątroba, nerki, śluzówka przewodu pokarmowego) a także na zakłócenia w rozwoju płodów. Wiązano to między innymi z nadmierną zawartością chitynowo-mineralnych pancerzy, które znajdowały się w mączce, a których zawartość jest skorelowana ze stężeniem fluoru. Nadmiar tego pierwiastka w diecie zwierząt może wywołać zmiany w kościach oraz narządach wewnętrznych. Przeciętna zawartość fluoru w mączkach z całego kryła wynosi 1800 mg/1000 g, co blisko czterokrotnie przekracza ustalone przez EWG standardy dla mączek paszowych z ryb [4, 6].

Biorąc pod uwagę wnioski wypływające z przeprowadzonych w latach 1978—1979 kompleksowych badań zootechnicznych w Morskim Instytucie Rybackim opracowano i sprawdzono w warunkach przemysłowych nową technologię wytwarzania mączki paszowej z kryła. Różniła się ona od tradycyjnej metody dwustopniowej wprowadzeniem dodatkowej operacji mającej na celu usunięcie 60—80% mineralno-chitynowych pancerzy. Oddzielanie pancerzy prowadzono stosując separatory typu „neopress” firmy Baader. Zastosowanie dwóch

separatorów pozwoliło na uzyskanie około 2800 kg przecieru na godzinę, co zapewniło wykorzystanie zdolności produkcyjnej wytwórni mączki krylowej FM-50B. Wydajność procesu wynosiła około 11%. W czasie przemysłowych prób technologicznych stwierdzono, że wprowadzenie niewielkich zmian konstrukcyjnych, zapobiegających głównie stratom surowca w czasie transportu, pozwoliłoby na podniesienie wydajności procesu do około 15% (tab. 10).

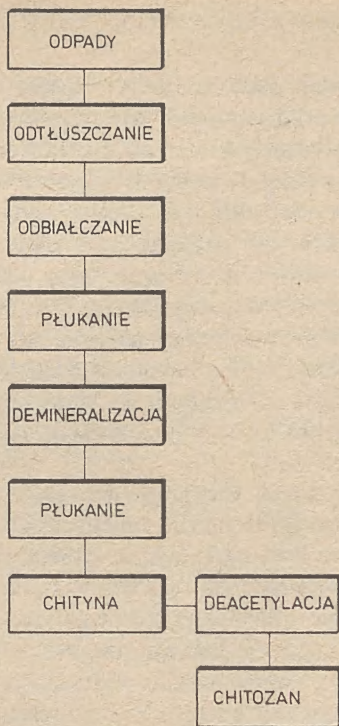
Uzyskany produkt o nowych cechach posłużył jako materiał doświadczalny do żywienia tuczników w krakowskim Instytucie Zootechniki. Uzyskane wyniki hodowlane były znacznie lepsze niż dla mączki z całego kryla. Wykonano również badania narządów wewnętrznych tuczników doświadczalnych. Uwzględniając wcześniejsze wyniki szczególną uwagę zwrócono na obraz morfologiczny tkanki kostnej i chrzęstnej oraz nerek, wątroby i tarczycy. Badania wymienionych narządów miały na celu m.in. ujawnienie możliwości występowania pod wpływem mączki krylowej zaburzeń wzrostu i rozwoju (badanie kostnienia nasad kości), zaburzeń krwi (badanie szpiku), patogennego wpływu na narządy miękkie w postaci zmian degeneracyjnych (badanie nerek, wątroby i tarczycy). Chodziło również o wykluczenie działania nowotworowego na badane narządy. Instytutu Onkologii AM w Krakowie w konkluzji swej pracy stwierdził, że stosowanie mączki z kryla o obniżonej zawartości pancerza nie wpływa negatywnie na rozwój zwierząt oraz nie powoduje zmian chorobowych we krwi ani w narządach wewnętrznych zwierząt karmionych tym produktem.

W 1981 r. w czasie V Ekspedycji Antarktycznej w wyniku dokładnej separacji pancerzy uzyskano produkt o bardzo niskiej zawartości tego balastowego składnika, a tym samym o niskiej zawartości fluoru — około 200 mg w 1000 g produktu, a więc blisko dwa razy mniej niż przewidują standardy EWG. Wynik ten wymaga oczywiście potwierdzenia w skali przemysłowej, jednak zastosowanie dokładnej separacji może być rozwiązaniem problemu zawartości fluoru w paszach z kryla [5].

INNE KIERUNKI WYKORZYSTANIA KRYLA ANTARKTYCZNEGO

Jednym z podstawowych założeń polskiego programu było kompleksowe i możliwie pełne wykorzystanie kryla antarktycznego. Jego pancerze stanowiące odpad np. przy produkcji mączki paszowej zawierają, obok związków nieorganicznych, polimer glukozoaminy — chitynę. Związek ten jest drugim po celulozie, najczęściej występującym w przyrodzie, naturalnym polimerem. Chityna wchodzi w skład ścian komórek drożdży, grzybów, pleśni, występuje u małży, owadów i skorupiaków, w tym też u kryla antarktycznego. W suchej masie *Euphausia superba* jest zawarte średnio 4% tego polimeru.

W polskich badaniach nad otrzymywaniem chityny i jej zdeacetylowanej pochodnej — chitozanu, wykorzystano w charakterze surowca pancerz powstający przy produkcji mączki paszowej. Materiał ten zawiera powyżej 30% suchej masy. Pancerz z kolei stanowi około 50% tej suchej masy [21]. Na rysunku 4 przedstawiono schemat blokowy otrzymywania chityny i chitozanu według polskiej technologii. Posługując się tą metodą otrzymano na doświadczalnej linii kilka ton obu polimerów o jakości równorzędnej



Rys. 4. Schemat technologiczny otrzymywania chityny i chitozanu z pancerzy kryła [21]

w stosunku do posiadanych wzorców zagranicznych (japońskich i amerykańskich).

Próbki chityny i chitozanu przekazano wielu krajowym oraz zagranicznym placówkom badawczym i należy sądzić, że w wyniku ich prac zostaną znalezione konkretne sposoby wykorzystania tych związków. Potencjalne wykorzystanie chityny i chitozanu, jak podaje światowa literatura, jest bardzo szerokie — od oczyszczania ścieków, poprzez wychwytywanie jonów metali ciężkich, poprawę jakości wyrobów włókienniczych, do zastosowań kosmetycznych i medycznych (np. szybkie ziarninowanie ran).

Ubočnym produktem, powstającym przy otrzymywaniu chityny według polskiej metody, jest olej krylowy. Charakteryzuje go wysoki stopień nienasycenia kwasów tłuszczowych oraz duża zawartość fosfolipidów oraz karotenoidów. Ze względu na skład chemiczny mógłby on znaleźć duże zastosowanie w przemyśle kosmetycznym, farmaceutycznym a także przy produkcji wyrobów dietetycznych.

Zainteresowanie polskich naukowców wzbudziło również praktyczne wykorzystanie niezwykle bogatego aparatu enzymatycznego kryła. Stwierdzone właściwości, w tym wysoka aktywność enzymów, wykazują, że mógłby być on wykorzystany w przemyśle środków piorących, garbarstwie, a także w produkcji środków żywnościowych [21].

PERSPEKTYWY PRZYSZŁYCH BADAŃ

Połowry ryb w ostatnich dwóch latach zmalały, co związane jest z pewnym przełowieniem sektora atlantyckiego Antarktyki. W czasie polskich badań stwierdzono, że w skupieniach kryla bytuje liczna populacja postlarwalnych i młodocianych ryb, co przy rosnących połowach skorupiaka może doprowadzić do zmniejszenia się stad ryb niektórych gatunków antarktycznych. Tak więc w przyszłości nie należy spodziewać się intensywnych prac technologicznych związanych z rybami tego akwenu. Prace te będą się ograniczać jedynie do określania przydatności ewentualnych nowych gatunków ryb oraz optymalizowania, unowocześniania istniejących technologii przetwórstwa, w tym również prac mechanizacyjnych. Nie jest wykluczone, że w wypadku odnalezienia na wodach antarktycznych przemysłowych łowisk kalmarów (na co wskazują pewne przesłanki), prace technologiczne obejmą również to zagadnienie.

Pełne wykorzystanie kryla wymaga prowadzenia znacznie większej ilości intensywnych prac. Na czoło zagadnień technologicznych wysuwa się konieczność opracowania metody uzyskiwania masowego produktu o możliwie wysokiej jakości i dużej przydatności do spożycia. Warunków tych nie spełniają istniejące dziś technologie uzyskiwania koagulatu, farszu czy też pozostająca jeszcze w sferze doświadczałnej metoda rolowania otrzymywania mięsa z kryla. Być może dalszy rozwój i doskonalenie technologii otrzymywania precypitatu z kryla pozwoli na uzyskiwanie produktu o wymienionych cechach. Konieczne są również dalsze prace nad wykorzystaniem produktów z kryla i przygotowaniem żywności.

Mimo znacznego postępu w technologiach uzyskiwania produktów paszowych również i w tym zakresie pozostaje wiele problemów, których rozwiązanie jest konieczne. Dotychczasowe polskie prace w tym zakresie bazowały na wykorzystaniu istniejących instalacji statkowych, które były jedynie uzupełniane dodatkowymi urządzeniami (np. separatorami). Efektem dostosowania technologii do istniejących już urządzeń jest niska wydajność procesu, a także niezbyt wysoka jakość produktu. Podstawowe problemy (których rozwiązanie pozwoli na zaprojektowanie specjalistycznej linii technologicznej do przetwarzania kryla na wartościowe mączki paszowe) — to obniżenie zawartości pancerza, a tym samym i fluoru w produkcie oraz określenie optymalnych parametrów obróbki cieplnej. Duża grupa prac powinna być związana z ważnym obecnie (szczególnie w warunkach morskich) zagadnieniem energochłonności procesu. Należałoby tu rozpatrzyć możliwości wstępnej koagulacji surowca za pomocą gorących wód odciekowych. Nie został rozwiązany do dzisiaj problem mechanicznego oddzielania tłuszczu, co jest związane z właściwymi temperaturami koagulacji, a także ewentualnym rozbiciem kompleksu lipoproteinowego. Uzyskany w ten sposób cenny olej krylowy znalazłby na pewno duże zastosowanie.

Chityna i chitozan, uzyskiwane z pancerzy kryla, mogłyby stanowić ważny element w poprawieniu bilansu ekonomicznego kompleksowego przetwarzania kryla. Tutaj prace powinny być skierowane na wyeliminowanie kosztownej operacji ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi, a także na koncentracji odpadów powstających na statku. Wszystko to może być

prowadzone jedynie wtedy, kiedy znajdą się odbiorcy wykorzystujący oba polimery.

Trudno jest dzisiaj odpowiedzieć na pytanie, kiedy kryl będzie szeroko wykorzystywany przez człowieka. Wpływa na to wiele czynników natury pozatechnologicznej. Do najważniejszych należą przesłanki natury toksykologicznej, wysoka zawartość niektórych mikroelementów, w tym fluoru, a także innych substancji jak np. prostaglandyn [20]. Być może są one przyczyną niektórych negatywnych wyników badań toksykologicznych. Jednocześnie władze sanitarne niektórych państw (ZSRR, Japonia) dopuściły na swój rynek kryla i jego produkty. Nie można jednak ferować ostatecznych sądów dopóki badania nie zostały zakończone. Oczywiście w tej sprawie konieczna jest nawet czasem przesadna ostrożność, zaś ostateczne stwierdzenia muszą mieć pełne uzasadnienie. Niemniej ważną przyczyną, która wpłynie na decyzję o tym, czy człowiek będzie wykorzystywał zasoby *Euphausia superba*, jest sytuacja ekonomiczna. Stale rosnące ceny paliw i ogromne odległości dzielące np. Europę od wód antarktycznych nie zachęcają nas do podjęcia połowów przemysłowych na dużą skalę. Dotyczy to zwłaszcza państw nie posiadających własnych zasobów ropy naftowej.

Jednak należy sądzić, że problemy technologiczne i toksykologiczne zostaną wyjaśnione. Wtedy kryl — ostatnie poważne a jeszcze nie wykorzystane źródło białka zwierzęcego — będzie racjonalnie użytkowany.

LITERATURA

1. Bykowski P., Kostuch S., Kowalczyk M. — *Technologiczne możliwości obniżenia zawartości fluoru w produktach kryla antarktycznego*. [W:] Materiały XIII Sesji Naukowej KTiChŻ PAN, Olsztyn 1982.
2. Bykowski P., Kołodziejski W., Pielichowski J., Karnicki Z. — *Preliminary estimates on the quality and shelf life of the krill meat*. [W:] *Fish Science and Technology*. Fishery News Books Ltd., 308—311, 1980.
3. Bykowski P., Kołodziejski W. — *Problemy technologiczne uzyskiwania mięsa z kryla*. [W:] Materiały XIII Sesji Naukowej KTiChŻ PAN, Olsztyn 1982.
4. Bykowski P. — *Kierunki i możliwości rozwoju technologii wytwarzania mączek z kryla antarktycznego*. *Tech. Gosp. Mor.*, XXXII, 1, 25—26, 1982.
5. Bykowski P. — *V Ekspedycja na wody Antarktyki*. *Biul. Mor. Inst. Ryb.*, 2—3, 42—44, 1981.
6. Bykowski P., Kostuch S., Kowalczyk M. — *Obecność fluoru w mączkach paszowych*. *Med. Wet.*, XXXVII, 10, 609—610, 1981.
7. Christians O., Leinemann M. — *Untersuchungen über Fluor im Krill (Euphausia superba Dana)*. *Information für Fischereiwissenschaft*, 6, 254—260, 1980.
8. Dowgiałło A., Kołodziej K., Bykowski P., Dutkiewicz D. — *Techniczno-technologiczna ocena prototypu do rolkowo-szczelinowego odskorupiania kryla konstrukcji Morskiego Instytutu Rybackiego*. *Biul. Mor. Inst. Ryb.*, 2—3, 84—87, 1981.
9. Dunajski E., Grabowska I. — *Charakterystyka mięsa kryla łuszczonego metodą PPDiUR „Dalmor” oraz ocena jego właściwości technologicznych*. [W:] *Kryl antarktyczny, przetwórstwo, wykorzystanie*. T. 1. *Stud. Mater. Mor. Inst. Ryb.*, ser. S, 1, 82—103, 1979.
10. Gajewska R., Nabrzyski M. — *Zawartość metali toksycznych (rtęci, kadmu, ołowiu) w nowych surowcach rybnych pochodzenia morskiego*. *Biul. Mor. Inst. Ryb.*, 6, 28—30, 1979.
11. Galas E., Turkiewicz M., Kałużewska M., Antczak T., Bratkowska H., Kę-

- dziora B. — *Wstępne badania układu enzymatycznego kryla*. [W:] *Kryl antarktyczny, przetwórstwo i wykorzystanie*. T. 1. Stud. Mater. Mor. Inst. Ryb., ser. S. 336—358. 1979.
12. Ganowiak Z., Gajewska R., Lebedzińska A. — *Badania nad zawartością histaminy w rybach i przetworach rybnych*. Biul. Mor. Inst. Ryb., 4, 43—44. 1979.
13. Grantham G. J. — *The utilization of krill, Southern Ocean Fisheries Survey Programme*. FAO/UNDP. Rome 1977.
14. Karnicka B., Laskowski J. — *Przemysłowe ryby Nowej Zelandii*. Kom. Technol. Mor. Inst. Ryb., 34.
15. Kołakowski E. — *Specyfika kryla (*Euphausia superba*) jako surowca a możliwości jego przetwarzania na żywność*. Przem. Spoż. XXXVI, 3, 88—92, 1982.
16. Kołakowski E., Fik M., Gajowiecki L. — *Sposób wytwarzania koncentratu białkowego z kryla*. PAT. PRL nr 109819 (P. 196110).
17. Kołodziejski W., Pielichowski J., Kołodziej K., Strzelecka D., Tomaszewska E. — *Charakterystyka technologiczna kryla oraz problemy jego wstępnego przechowywania na statku*. [W:] *Kryl antarktyczny, przetwórstwo, wykorzystanie*. T. 1. Stud. Mater. Mor. Inst. Ryb., ser. S, 1, 25—39, 1979.
18. Markowski B. — *Wstępna charakterystyka technologiczna koagulatu z kryla antarktycznego*. Stud. Mater. Mor. Inst. Ryb., ser. S, 1, 52—63, 1979.
19. Markowski B. — *Porównawcza charakterystyka technologiczna konsumpcyjnych półproduktów z kryla antarktycznego*. Stud. Mater. Mor. Inst. Ryb., ser. S, 1, 64—81, 1979.
20. Mężykowski T., Ignatowska-Switalska H. — *High levels of prostaglandins $\text{PGF}_{2\alpha}$ and PGE_2 in antarctic krill *Euphausia superba* Dana*. Meeresforschung 29, 64—66, 1981.
21. Neugebauer W., Brzeski M. — *Chityna skorupiaków morskich*. Kosmos, ser. A. Biol., R. XXX, 1, 37—48, 1981.
22. Piechura J. — *Badania Morskiego Instytutu Rybackiego w Antarktyce*. Tech. Gosp. Mors., 7—8, 374—376, 1981.
23. Sawicki J. — *Zmienność składu lipidów kryla, mączki krylowej i produktów odpadowych*. [W:] *Kryl antarktyczny, przetwórstwo, wykorzystanie*. T. 1. Stud. Mater. Mor. Inst. Ryb., ser. S, 1, 419—428, 1979.
24. Soevik T., Braekkan O. R. — *Fluoride in Antarctic Krill (*Euphausia superba*) and Atlantic Krill (*Meganyctiphanes norvegica*)*. J. Fish. Res. Board Can. 36, 1414—1416, 1979.
25. Szewielow A. — *Fluoride in Krill (*Euphausia superba* Dana)*. Meeresforschung 29, z. 4, 244—246, 1981.

JAN SZELIGA

Zakład Kartografii i Fotointerpretacji
Uniwersytet Gdański
Gdańsk

POLSKIE PRACE KARTOGRAFICZNE W ANTARKTYCE

Polskie prace kartograficzne w odległym rejonie Antarktyki zapoczątkowane zostały wraz z wyprawami antarktycznymi, organizowanymi od 1975 r. przez Instytut Ekologii PAN, Instytut Geofizyki PAN oraz przez Morski Instytut Rybacki. W kilku wyprawach uczestniczyli kartografowie lub fotogrametrzy, których zadania zależały od charakteru i rejonu badań, zawsze jednak polegały na gromadzeniu materiałów do wykonywania nowych lub unowocześniania istniejących map obszarów polskich zainteresowań naukowych lub gospodarczych. Aktualne i dokładne mapy są bowiem niezbędną pomocą w tych działaniach.

MAPY RYBACKIE

W ostatnich latach polska flota rybacka dociera do coraz dalszych, dotychczas mało znanych i eksploatowanych łowisk, dla których brak jest dobrych map z odpowiednią ilością informacji rybackich. Lukę tę wypełniają mapy opracowywane w Morskim Instytucie Rybackim w Gdyni. W rejsach statku naukowo-badawczego r/v „Profesor Siedlecki” uczestniczy kartograf, który zbiera dane do opracowania takich map rejonu badań. Dotychczas wykonano ponad 200 arkuszy map różnych łowisk, w tym łowisk atlantyckiego sektora Antarktyki.

Wykonywane arkusze map rybackich mają postać prostokątów o wymiarach około 70×55 cm. Mapy sporządzane są w odwzorowaniu walcowym Merkatora w skalach od 1 : 125 000 do 1 : 300 000. Elementy siatek kartograficznych są obliczane na komputerze statkowym według programu „Kartograf”, a same siatki są wykreślane przez połączone z komputerem urządzenie kreślące typu „Plotter”. Na siatki kartograficzne przenoszona jest ręcznie sytuacja z angielskich map nawigacyjnych, doprowadzonych fotograficznie do żądanej skali nowej mapy. Z map nawigacyjnych na opracowywane przenosi się, obok innych elementów, punkty głębokościowe przeliczone na system metryczny. Z powstałych w ten sposób na materiale przezroczystym matryc wykonywane są światłokopie, służące do nanoszenia na nie informacji zbieranych w trakcie rejsu. Na pokrycie łowiska potrzeba zazwyczaj kilku do kilkunastu arkuszy map.

Podstawowym elementem treści mapy rybackiej jest głębokość morza przedstawiona na pomocą izobat. Do jej pomiaru stosowane są nowoczesne echosondy zainstalowane na statku. Aby pomierzone głębokości mogły być naniesione na mapę, konieczna jest znajomość dokładnej pozycji statku w momencie pomiaru głębokości. Na statku r/v „Profesor Siedlecki” odpowiednią dokładność określania pozycji zapewnia odbiornik nawigacji satelitarnej angielskiej firmy Redifon. Dane dotyczące głębokości morza, połączone z pozycjami statku według czasu ich pomiaru, są nanoszone na mapę. Te, oraz przeniesione z map nawigacyjnych punkty głębokościowe są podstawą do przedstawienia rzeźby dna przy pomocy izobat.

W czasie II wyprawy antarktycznej zorganizowanej przez Morski Instytut Rybacki (1976/77) wykonano 8 arkuszy map w skali 1:125 000 i 4 arkusze w skali 1:250 000 dla rejonu Georgii Południowej, 2 arkusze dla Orkadów Południowych oraz 14 arkuszy map w skali 1:250 000 dla rejonu Półwyspu Antarktycznego. Naniesiono na nie punkty głębokościowe i inne informacje rybackie zebrane w czasie rejsu [10]. W trakcie IV ekspedycji (1978/79) materiały te zostały poważnie wzbogacone [5]. Łącznie w obu wyprawach naniesiono na mapy ponad 10 tys. punktów głębokościowych, uzupełniając nimi, a często poprawiając dane pochodzące z map nawigacyjnych. Zdarzały się bowiem miejsca, w których różnice głębokości między danymi z map nawigacyjnych a rzeczywistą głębokością wskazywaną przez echosondy statkowe dochodziły nawet do 500—600 m.

Ponieważ trasa statku, a więc i pomiar echosondażowy głębokości, nie była podporządkowana interesom kartografa, lecz wynikała z innych celów badawczych, w związku z tym nie wszystkie przygotowane arkusze map wyjściowych zostały w jednakowym stopniu zagęszczone punktami głębokościowymi i nowymi informacjami rybackimi. Arkusze o wystarczająco bogatej treści zostały wykończone pod względem graficznym z izobatycznie przedstawioną rzeźbą dna. Ostatecznie opracowanych zostało 9 arkuszy map rejonu antarktycznego, w tym 1 arkusz w skali 1:125 000 dla rejonu Shag Rocks, 3 arkusze map 1:250 000 łowisk Georgii Południowej, 1 arkusz w skali 1:200 000 rejonu Orkadów Południowych oraz 1 arkusz dla łowiska Archipelagu Palmera. Mapy te odbite w postaci światłokopii ozalidowych dostarczane są na statki łowiące w tych rejonach. Aby poprawić czytelność i techniczną jakość map zamierza się je drukować w kolorach techniką offsetową. Trzy pierwsze arkusze z rejonu antarktycznego zostały próbnie wydrukowane w trzech kolorach.

Omawiane mapy, chociaż jeszcze niedoskonałe, są chętnie używane przez kapitanów statków rybackich, gdyż stanowią dla nich dobre źródło informacji o łowisku. Mają one również znaczenie ogólnopoznawcze, zwłaszcza w odniesieniu do rzeźby dna morskiego.

MAPY ZATOKI ADMIRALICJI

Następne 2 mapy, będące wynikiem polskich prac kartograficznych w Antarktyce, przedstawiają Zatokę Admiralicji oraz przyległy do niej obszar lądowy Wyspy Króla Jerzego (King George I.) z polską Stacją Antarktyczną im. H. Arctowskiego.

Jak podano w legendzie, mapa powstała z kompilacji materiałów własnych autorów i map nawigacyjnych. Położenie punktów osnowy przyjęto z mapy nawigacyjnej nr 6661 opracowanej w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej [18], skorygowane według więc wykonanych przez K. Fedaka [4] w czasie I Wyprawy Antarktycznej PAN 1976/77. Zarys linii brzegowej przyjęto z teje mapy nr 6661 uaktualnionej przetworzonymi zdjęciami lotni-

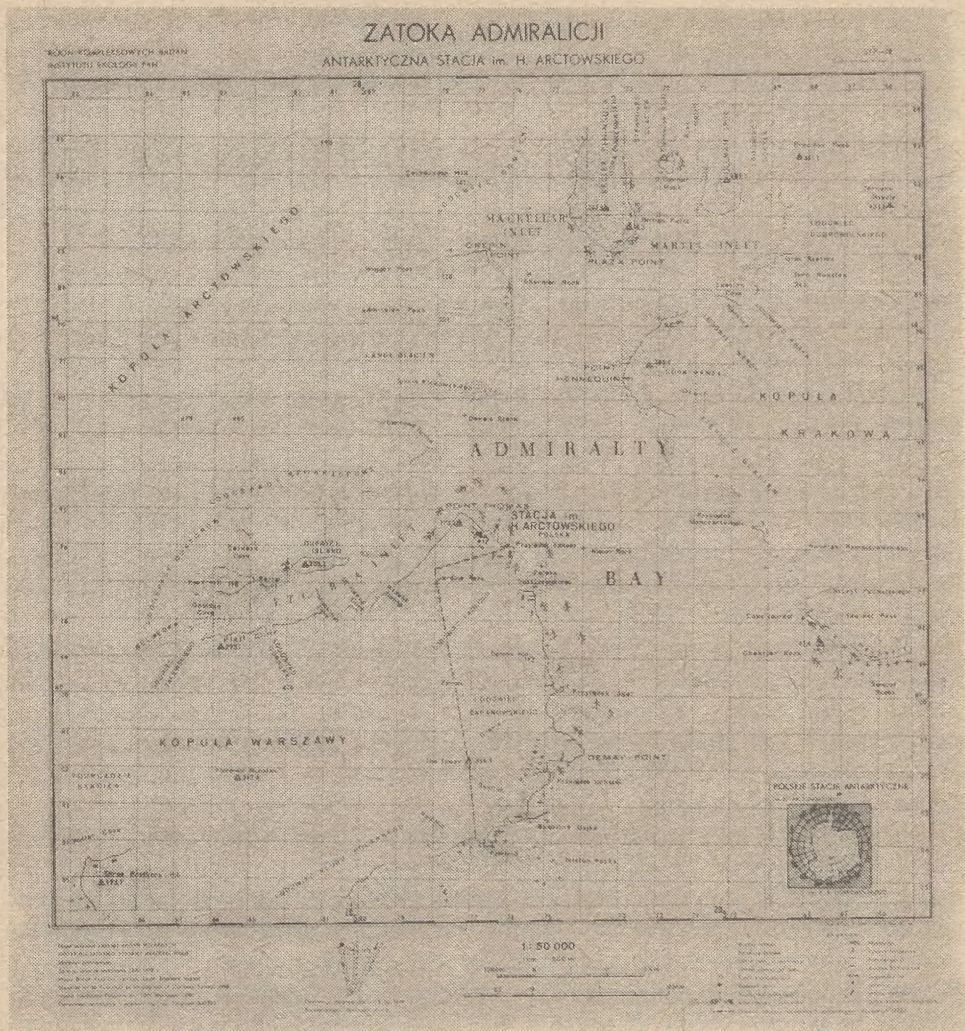
czymi wykonanymi przez Furmańczyka w czasie III Antarktycznej Wyprawy PAN (1978/79). Na podstawie tych samych zdjęć zinterpolowano i naniesiono całą pozostałą treść lądową. Głębokości wschodniej i środkowej części fiordu Ezcurra, rejonu przylądka Shag i osiowych partii Zatoki Admiralicji określono na podstawie sondaży wykonanych przez A. Marsza przy współpracy T. Stupaka i K. Fedaka w czasie II (1977/78) i III (1978/79) Wyprawy Antarktycznej PAN. Głębokości pozostałych akwenów określono na podstawie kompilacji map nawigacyjnych — argentyńskiej [16], brytyjskiej [17] i amerykańskiej [18], wyrywkowo sprawdzonych sondażami bez lokalizacji geodezyjnej. Przeszkody nawigacyjne w strefie przybrzeżnej zlokalizowano na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych uzyskanych z Instytutu Ekologii PAN oraz zdjęć wykonanych przez Furmańczyka [6]. Jako podstawę układu odniesienia przyjęto współrzędne punktu wiekowego wyznaczone przez Jasnorzewskiego [7] w czasie II Wyprawy Antarktycznej PAN, $\varphi = 62^{\circ}09'45''$ S, $\lambda = 58^{\circ}27'45''$ W.

Treść mapy przedstawiona w pięciu kolorach jest dobrze czytelna. W części morskiej głównym elementem treści jest rzeźba dna Zatoki Admiralicji przedstawiona za pomocą izobat o stałym cięciu co 50 m. Wyróżniono izobaty o przebiegu pewnym, przedstawiając je liniami ciągłymi, oraz izobaty o przebiegu przybliżonym i orientacyjnym (liniami przerywanymi). Jedynie w fiordzie Ezcurra izobaty w przeważającej mierze mają pewny przebieg, natomiast na pozostałym akwenie prawie wszystkie izobaty oznaczone zostały jako przybliżone lub orientacyjne. Przedstawiony rysunek oddaje jednak, jeśli nie precyzyjnie to z dużym przybliżeniem, rzeźbę dna Zatoki, której charakterystyczną cechą jest głęboka rynna o stromych stokach ciągnąca się w jej środkowej części. Uzupełnieniem tej informacji są zaznaczone pojedyncze punkty głębokościowe. Naniesiono również przeszkody nawigacyjne występujące w postaci pojedynczych skał i kamieni pod lustrem wody a także obszary, na których występują lub mogą występować skały, kamienie czy płycizny. W przebiegu linii brzegowej wyróżniono odcinki lodowe zaznaczając je kolorem niebieskim oraz odcinki skaliste lub piaszczyste oznaczone kolorem brązowym.

W treści mapy lądowej przeważają informacje typu geomorfologicznego. Przede wszystkim wydzielono obszary wolne od lodu i wiecznego śniegu (w dniu wykonywania zdjęć lotniczych — 9 I 1979 r.), na których pokazano małe lodowce i płyty wiecznego śniegu, ważniejsze linie grzbietowa i szczyty, większe ściany skalne a także jeziora oraz cieki stałe i okresowe. Na powierzchniach lodowych przedstawiono za pomocą niebieskich kresek zerwy lodowe i szczeliny. Duże zagęszczenie kresek na mapie, daje doskonałe wyobrażenie o bogactwie tego zjawiska w naturze. Z innych elementów przedstawiono zabudowania Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego, latarnię morską oraz punkty triangulacyjne.

Bogate nazewnictwo, częściowo pochodzące z map nawigacyjnych a w znacznej mierze wprowadzone przez polskich badaczy w czasie kolejnych wypraw [2], dotyczące obiektów występujących na powierzchni lądowej, lodowej i morskiej, jest ważnym dopełnieniem treści mapy. Dla wszystkich nazw zastosowano nazewnictwo angielskie.

Drugą mapę Zatoki Admiralicji, w skali 2-krotnie mniejszej od poprzedniej



Rys. 2. Mapa Zatoki Admiralicji. Skala 1:50 000, Wyk. Zakład Badań Polarnych IE PAN, opr. techn. Z. Battke. Druk WZKart. 1981

tn. 1:50 000, wydał Zakład Badań Polarnych Instytutu Ekologii PAN, a opracował technicznie i wykreślił Z. Battke [15]. Mapa została wydrukowana na jednym arkuszu formatu 51×57 cm przez Wojskowe Zakłady Kartograficzne w 1981 r. Obejmuje ona niemal identyczny obszar jak poprzednia, ograniczony równoleżnikami $62^{\circ}02'40''$ i $62^{\circ}15'00''$ S oraz południkami $58^{\circ}15'00''$ i $58^{\circ}41'40''$ W (rys. 2).

Mapę wykonano w odwzorowaniu Gaussa-Krügera stosowanym powszechnie do map topograficznych. Konsekwencją zastosowania tego odwzorowania są naniesione przyporządkowane mu elementy matematyczne a więc siatka kilometrowa wykreślona i opisana co 1 km, 3 rodzaje kierunków północy — geograficzna, topograficzna i magnetyczna — i wartości kątów między nimi.

Oprócz siatki topograficznej wykreślono dodatkowo w kolorze niebieskim siatkę kartograficzną w odstępach 5-minutowych dając na ramkach podział 5-minutowy. Skala mapy i wymienione elementy matematyczne czynią z niej mapę topograficzną.

Treść mapy opracowana została na podstawie zdjęć lotniczych wykonanych w styczniu 1979 r., mapy British Antarctic Territory South Shetland Islands arkusz W 6258 opublikowanej w 1968 r. oraz polskich badań terenowych. Różni się ona dość znacznie od treści mapy poprzedniej.

Na obszarze wodnym nie przedstawiono rzeźby dna izobatami, ograniczając się do podania wybranych punktów głębokościowych. Pokazano natomiast nie występujące na poprzedniej mapie potoki spływu zawiesiny mineralnej oraz obszary występowania makroalg. W pobliżu wybrzeży wydzielone zostały obszary ze skałami podwodnymi, stanowiącymi niebezpieczeństwo dla żeglugi.

Na lądzie wydzielono jasnobrązowym kolorem powierzchnie wolne od lodu, odróżniając je od powierzchni pokrytych wiecznym śniegiem lub lodowcami, pozostawionych na mapie w kolorze białym. Na obu powierzchniach pokazano stosunki wysokościowe za pomocą poziomicy wykreślonych w jednolitym cięciu co 100 m, w kolorze ciemnobrązowym na powierzchniach wolnych od lodu i niebieskim na lodowcach. Na jednym stoku dodano poziomice pomocnicze co 25 m. Na powierzchniach lodowych pokazano ważniejsze szczeliny lodowcowe oraz bariery lodowe. Oznaczono również kolonie pingwinów, petreli i kormoranów oraz legowiska fok. Treść uzupełniają takie obiekty, jak punkty triangulacyjne, zabudowania stacji, latarnia morska, radiostacja oraz granica wydzielająca obszar szczególnych zainteresowań naukowych polskich badaczy.

Liczba nazw na mapie jest mniejsza niż na poprzedniej, szczególnie na obszarze wolnym od lodu sąsiadującym ze stacją. Na pozostałej powierzchni mapy różnica ta jest niewielka lub nawet żadna. Oddzielnym zagadnieniem jest jednak samo nazewnictwo, które nie zostało zastosowane w jednolitej formie. Nazwy dawne, zaczerpnięte z map nawigacyjnych, mają bowiem postać angielską, natomiast nazwy nadane przez Polaków mają brzmienie polskie. Jest więc Point Thomas i Przylądek Rakusy, Lange Glacier i Lodowiec Domeyki, Jardine Peak i Szczyt Puchalskiego itp. Ta mieszana, polsko-angielska forma nazewnictwa nie należy do szczęśliwych rozwiązań. Wydaje się, że zarówno na tej jak i poprzedniej mapie najważniejszym wyjściem byłoby zastosowanie nazw polskich. Przemawia za takim rozwiązaniem polskie autorstwo map, polskie „panowanie” na obszarze objętym mapami a także polskie pochodzenie większości istniejących tam nazw. Brak jest natomiast poważniejszego uzasadnienia dla stosowania na tych nawigacyjnych mapach nazewnictwa angielskiego.

Wracając do omawianej mapy warto jeszcze dodać, że dzięki starannemu opracowaniu i dobremu drukowi jest przejrzysta i czytelna, a znormalizowany format nie utrudnia korzystania z niej.

MAPY REJONU STACJI ANTARKTYCZNEJ im. A. B. DOBROWOLSKIEGO

W sezonie badawczym 1978/79 Instytut Geofizyki PAN zorganizował wyprawę naukową do Stacji Antarktycznej im. Antoniego Bolesława Dobrowolskiego, położonej w Oazie Bungera na kontynencie Antarktydy. Stacja ta, założona przez Związek Radziecki w 1956 r. i przekazana Polsce w 1959 r., przez 20 lat nie była wykorzystywana.

Celem polskiej wyprawy 1978/79 było badanie dynamiki strefy marginalnej Oazy Bungera metodami geodezyjnymi [9]. Wykonane w tym celu pomiary geodezyjne i fotogrametryczne stały się także podstawą sporządzenia dwóch map rejonu stacji.

Pomiar lokalnej sieci geodezyjno-fotogrametrycznej, złożonej z 22 punktów, rozmieszczonych częściowo na skalnym gruncie a w części na lodowcu, wykonany został w terenie z dużą dokładnością, a punkty sieci w terenie wyraźnie zostały oznaczone w celu uzyskania możliwości identyfikacji ich na zdjęciach lotniczych. Wysokości punktów tej sieci określono metodą niwelacji trygonometrycznej z dokładnością do ± 5 cm [8]. Sieć geodezyjno-fotogrametryczną dowiązano do punktu ASTRO położonego w pobliżu stacji, którego współrzędne geograficzne obliczone metodami astronomicznymi wynoszą: $\varphi = 66^{\circ} 16' 34,4'' \pm 1,6''$, $\lambda = 100^{\circ} 45' 00,7'' \pm 0,3''$ [3]. Zdjęcia lotnicze wykonano z pokładu śmigłowca z wysokości 1250 m i 2100 m 14 II 1979 r. między godziną 11⁰⁰ a 12¹⁵ [1].

Uzyskane w trakcie wymienionych prac materiały stały się podstawą wykonania w kraju dwóch wielkoskalowych map badanego rejonu. Mapy opracował uczestnik wyprawy mgr inż. Zbigniew Battke a wydrukowały je Wojskowe Zakłady Kartograficzne w 1982 r. Pierwsza z nich [20], wykonana w skali 1:5 000, przedstawia część Oazy Bungera będącą rejonem badań Instytutu Geofizyki PAN, ograniczoną równoleżnikami $66^{\circ} 15' 56,8''$ i $66^{\circ} 16' 54,8''$ S oraz południkami $100^{\circ} 43' 30,8''$ i $100^{\circ} 46' 30,8''$ W. Mapa o wymiarach 45×36 cm ($2,25 \times 1,80$ km w terenie) przedstawia obszar o powierzchni $4,0$ km².

Nieskomplikowana treść mapy przedstawiona w trzech kolorach jest przejrzysta i czytelna. Najistotniejszym elementem treści jest rzeźba terenu przedstawiona metodą poziomnicową o cięciu zasadniczym co 5 m (linie ciągłe), uzupełnionym poziomnicami połówkowymi co 2,5 m (linie przerywane) i poziomnicami ćwiartkowymi kreślonymi co 1,25 m. Na obszarze wolnym od lodu poziomice są w kolorze pomarańczowym, natomiast na niewielkich płatach śnieżników — w kolorze niebieskim. Na mapie znalazło się także wiele punktów wysokościowych, z których najwyższy położony na wartość 89,5 m n.p.m. Kilkanaście różnej wielkości jezior polodowcowych występujących na tym pustynnym obszarze zostało szczegółowo przedstawionych na mapie w niebieskim kolorze. Z innych obiektów pokazano budynki stacji, lądowiska helikopterów, ogródek meteorologiczny, ścieżkę oraz punkt ASTRO.

Na mapie znajduje się kilkanaście nazw obiektów fizjograficznych, nadanych, jak można wnioskować na podstawie ich brzmienia, w jednym przypadku przez polarników radzieckich (Jez. Figurnoje), a w pozostałych — przez uczestników polskich wypraw. Jest tu m.in. Giewont (89,5 m n.p.m.), Góra Różyckiego, Wzgórze Centkiewiczów, Wzgórze Krzemińskiego, Dolina Manczarskiego, Hel, Zatoka Polskich Geodetów i inne.

W legendzie mapy, oprócz objaśnień użytych znaków, wymieniono materiał podstawowy wykorzystany do mapy, podano dane liczbowe charakteryzujące punkt ASTRO (współrzędne geograficzne, wysokość n.p.m., azymut), umieszczono wykres deklinacji magnetycznej, która w lutym 1979 r. wynosiła $90^{\circ}41,9'$, zamieszczono też małą mapkę Antarktydy z naniesionym położeniem polskich stacji antarktycznych — im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego i im. Antoniego Bolesława Dobrowolskiego w Oazie Bungera.

Druga mapa [21] wykonana w odwzorowaniu Merkatora w skali 1:500, przedstawia rejon stacji z dużą dokładnością. Prostokąt mapy o wymiarach $42,7 \times 47,2$ cm ($213,5 \times 236,0$ m w terenie) obejmuje 5,03 ha powierzchni rzeczywistej.

Treścią mapy jest rzeźba terenu i obiekty stacji. Rzeźbę przedstawiono poziomiami w kolorze pomarańczowym o cięciu zasadniczym co 2,5 m (linie ciągłe) oraz cięciu pomocniczym co 1,25 m (linie przerywane). Naniesiono wybrane punkty wysokościowe oraz specjalnym znakiem w kolorze poziomicy pokazano niewielkie zagłębienia terenowe z podaniem ich głębokości (maksymalna — 1,8 m).

Poza rzeźbą terenu przedstawiono wszystkie obiekty stacji, a więc domki, pawilony, maszty, miejsce składu butli gazowych a na terenie ogródka meteorologicznego — położenie poszczególnych przyrządów. Wszystkie te obiekty opisane zostały na powierzchni mapy nazwami i dlatego ich znaków nie objaśniono w legendzie.

Poza ramką, podobnie jak na poprzedniej mapie, oprócz potrójnego zapisu skali, umieszczono wykres deklinacji magnetycznej, podano dane liczbowe punktu ASTRO, wymieniono materiał, na podstawie którego opracowano mapę oraz dodatkowo zamieszczono wykaz imienny uczestników wyprawy.

Warto podkreślić staranne wykonanie a także ładny i czytelny druk.

ATLAS OCEANOBIOLOGICZNY POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI CIEŚNINY DRAKE'A I CIEŚNINY BRANSFIELDA

W 1981 r. Instytut Ekologii PAN i Morski Instytut Rybacki zorganizowały wyprawę związaną z udziałem Polski w międzynarodowym programie biologicznych badań morskich ekosystemów i zasobów Antarktyki BIOMASS-FIBEX. Wyprawa polska działała w atlantyckim sektorze Antarktyki, na obszarze wielkości około $200\,000\text{ km}^2$, położonym pomiędzy równoleżnikami 60° a 65° S oraz pomiędzy południkami 56° a 66° W.

Zasadniczym celem ekspedycji było oszacowanie zasobów kryla na wydzielonym akwenie oraz przeprowadzenie wszechstronnych badań środowiska jego życia. Zasoby kryla określano metodą ciągłego sondażu hydroakustycznego wzdłuż drogi statku, która prowadziła po południkach w odstępach jednego lub pół stopnia, oraz odpowiednich wyliczeń. Także w sposób ciągły prowadzono obserwacje natężenia promieniowania słonecznego oraz określano liczebność i biomasa awifauny. Natomiast na stacjach oceanograficznych, których położenie wyznaczał stały czas, badania dotyczyły fizycz-

nych, chemicznych i optycznych właściwości wody morskiej, organizmów planktonowych oraz warunków meteorologicznych. W ten sposób obszar badań pokryty został szeregiem linii równoległych z rejestracją wybranych zjawisk w sposób ciągły oraz siecią 151 punktów pomiarowych (stacji), na których określano parametry wszystkich uwzględnianych w badaniach zjawisk.

Zebrany w trakcie rejsu przez różnych specjalistów materiał, przedstawiony został na 48 mapach, opracowanych według jednolitych założeń, które utworzyły „Atlas wyników badań...” [22]. Atlas opracowano w Zakładzie Kartografii i Fotointerpretacji Uniwersytetu Gdańskiego na zlecenie Instytutu Ekologii PAN. Mapy atlasu wykonano na jednolitym podkładzie kartograficznym, w odwzorowaniu walcowym Merkatora, w skali 1:1 000 000. Jedynie 3 mapy, przedstawiające mniejszy obszar niż pozostałe (fragment Cieśniny Bransfielda), wykonano w skali 1:260 000.

W zależności od rodzaju zjawiska, charakteru jego zmienności i sposobu pomiaru, użyto odpowiednich metod prezentacji kartograficznej; największe zastosowanie znalazła metoda kartodiagramów oraz metoda izoliniowa, natomiast sporadycznie stosowano metodę sygnaturową i metodę zasięgów.

Merytoryczną zawartość atlasu najlepiej uzmysłowi poniższy wykaz map, ułożony w kolejności zamieszczenia ich w atlasie:

1—2 — Droga statku i rozmieszczenie stacji pomiarowych 1:1 000 000 i 1:260 000; 3—4 — Batymetria 1:100 000 i 1:260 000; 5 — Energia promieniująca na powierzchnię morza; 6—7 — Profile wglębnego przenikania promieniowania; 8—10 — Temperatura wody na głębokości 0 m, 75 m, 100 m; 11—13 — Zasolenie wody na głębokości 0 m, 75 m, 100 m; 14 — Masy wodne i ich granice; 15—17 — Zawartość rozpuszczonego tlenu w wodzie na głębokości 0 m, 75 m, 100 m; 18—20 — Zawartość krzemionki aktywnej na głębokości 0 m, 50 m, 100 m; 21—22 — Zawartość rozpuszczonych kwasów aminowych — połączonych i wolnych; 23—24 — Zawartość rozpuszczonych wielo- i monocukrów; 25 — Mocznik w wodzie morskiej; 26—27 — Liczba bakterii w wodzie morskiej; 28 — Powierzchniowa koncentracja chlorofilu *a*; 29—30 — Pionowe rozmieszczenie chlorofilu *a* do głębokości 150 m; 31—32 — Mokra i sucha masa materii pod 1 m² w 100-metrowym słupie wody; 33 — Powierzchniowe rozprzestrzenienie i procentowy skład fitoplanktonu; 34—35 — Rozmieszczenie mokrej i suchej masy planktonu w kolumnie wody 100—0 m; 36—37 — Masa i skład zooplanktonu w słupie wody na głębokości 100—0 m i 300—100 m; 38—39 — Masa i skład głowonogów w słupie wody na głębokości 100—0 m i 300—100 m; 40—41 — Larwy kryla w 1000 m³ wody na głębokości 100—0 m i 300—100 m; 42 — Częstotliwość występowania klas długościowych kryla (w poszczególnych zaciągach); 43 — Stadia rozwojowe kryla; 44—45 — Rozkład biomasy kryla na badanym obszarze (1:1 000 000 i 1:260 000); 46 — Występowanie larw i młodocianych *Notothenioidei*; 47 — Rozkład i bogactwo młodocianych *Nototheniidae* i *Channichthyidae*; 48 — Szacunkowa wielkość biomasy ptaków obserwowanych w czasie wykonywania stacji południowych.

Atlas zreprodukowany został fotograficznie na przezroczystych błonach w 16 egzemplarzach.

ZAKOŃCZENIE

Omówione w artykule polskie prace kartograficzne wykonane w ostatnich latach w obszarze Antarktyki nie należą do wielkich dzieł, obejmują, jak widzieliśmy, małe lub nawet bardzo małe powierzchnie, nie wszystkie powstały na podstawie kompletnych pomiarów, część z nich nie została wydrukowana. Z tego też względu wydawać by się mogło, że jest to dorobek bardzo skromny. Tak jednak nie jest. Aktualnie mapy te są wykorzystywane dla celów praktycznych i naukowych, a poza tym posiadają dla polskiej kartografii znacznie prestiżowe, a może i historyczne. Nie bez znaczenia jest także fakt, że na nich po raz pierwszy zostały narejestrowane metodami kartograficznymi i przez to utrwalone polskie nazwy, wprowadzone tam w ostatnich latach dla wielu obiektów terenowych.

LITERATURA

1. Battke Z. — *Prace fotogrametryczne w Oazie Bungera*, Prz. Geod., t. 52, z. 6, 238—239, 1980.
2. Birkenmajer K. — *New place names introduced to the area of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 64, 67—88, 1980.
3. Cisak J. — *Pomiar współrzędnych astronomicznych punktu geodezyjnego w Oazie Bungera*. Prz. Geod., t. 52, z. 6, 236—237, 1980.
4. Fedak K. — *Niektóre problemy prac geodezyjnych na stacji antarktycznej im. H. Arctowskiego*. VI Sympozjum Polarne Uniwersytet Łódzki, Pol. Tow. Geogr., Łódź, 68—69, 1979.
5. Fuławka S. — *Kartograficzna charakterystyka rejonu Morza Scotia i Półwyspu Antarktycznego*. [W:] Sprawozdanie z badań IV Polskiej Morskiej Ekspedycji Antarktycznej w sezonie 1978/79, t. I, Gdynia, 352—362, 1979.
6. Furmańczyk K. — *Prace fotointerpretacyjne w ramach III Wyprawy Antarktycznej PAN do stacji im. H. Arctowskiego*. Stowarzyszenie Geodetów Polskich. Główna Komisja d/s Badań Polarnych: „I Sympozjum — Prace geodezyjne w polskich wyprawach polarnych 1932—1982”, Warszawa 1982.
7. Jasnorzewski J. — *Astronomical observations for determining the latitude and longitude of an age point on Arctowski Station on King George Island*. Pol. Polar Res., 2(3—4), 159—162, 1981.
8. Mroczek S. — *Pomiary geodezyjne w Oazie Bungera*. Prz. Geod. t. 52, z. 6, 234—236, 1980.
9. Pachuta A. — *Polscy geodeci w wyprawie antarktycznej na stację im. A. B. Dobrowolskiego*. Prz. Geod., t. 52, z. 6, 233—234, 1980.
10. Szeliga J. — *Prace kartograficzne w czasie II polskiej wyprawy antarktycznej*. Pol. Prz. Kartogr., t. 9, z. 4, 190—191, 1977.
11. Szeliga J. — *Prace kartograficzne w wyprawie BIOMASS-FIBEX 1981*. Pol. Prz. Kartogr., t. 13, z. 3—4, 174—175, 1981.
12. Szeliga J. — *Dwie polskie mapy Zatoki Admiralicji*. Pol. Prz. Kartogr., t. 14, z. 1, 25—27, 1982.
13. Szeliga J. — *Pierwsze polskie mapy z kontynentu Antarktydy*. Pol. Prz. Kartogr., t. 15, z. 2, 1983.

MAPY

14. Kazimierz Furmańczyk, Andrzej Marsz: *Szetlandy Południowe (South Shetland Islands) — Wyspa Króla Jerzego (King George Island — Isla 25 de Mayo — Ostrov Vaterloo) — Zatoka Admiralicji (Admiralty Bay — Bahia Lasserre)*, 1:25 000. Opracowano w Insty-

- tucie Geografii Uniwersytetu Gdańskiego w ramach problemu MR II/16A w temacie 01.01.05. Treść lądowa — K. Furmańczyk, morska — A. A. Marsz, 1979—80. Druk OPGK. Szczecin 1980.
15. Zatoka Admiralicji. Antarktyczna Stacja im. H. Arctowskiego. Rejon kompleksowych badań Instytutu Ekologii PAN, 1:50 000. Mapę wykonał Zakład Badań Polarnych Instytutu Ekologii PAN, opracował technicznie i wykreślił mgr inż. Zbigniew Battke. Druk WZKart. (1980), Nakład 800 egz.
 16. Republika Argentina. Territorio national de la tierra del Fuego. Antartida e islas del Atlantico sur Islas Shetland del sur Isla 25 de Mayo, Bahia Lasserre. 1:30 000, 1956, nr 137.
 17. Plans in the South Shetland Islands, Londyn 1968, nr 1774.
 18. King George Island. Admiralty Bay and Kind George Bay, 1:50 000, 1965, Nr 6661.
 19. Antarktyda (King George Island). Mapa rybacka nr 361/058, 1:250 000. Morski Instytut Rybacki, Gdynia 1977. Druk. Zakład Kartografii Uniwersytetu Gdańskiego, 1980.
 20. Terytorium Antarktydy. Oaza Bungera. Polska Stacja im. A. B. Dobrowolskiego. Rejon badań Instytutu Geofizyki PAN, 1:5000, Mapę wykonał mgr inż. Zbigniew Battke, Druk WZKart. (1981).
 21. Antarktyczna stacja im. A. B. Dobrowolskiego. Oaza Bungera, 1:500, Wydawnictwo Instytutu Geofizyki PAN. Mapę wykonał mgr inż. Zbigniew Battke. Druk WZKart. (1981).
 22. Atlas of oceanobiological results of the southern part of Drake Passage and the Bransfield Strait. Cartography editing Jan Szeliga Gdańsk 1982. (Wykonano w Zakładzie Kartografii UG w ramach problemu MR I 29A).

MACIEJ LIPSKI

Zakład Badań Polarnych

Instytut Ekologii PAN

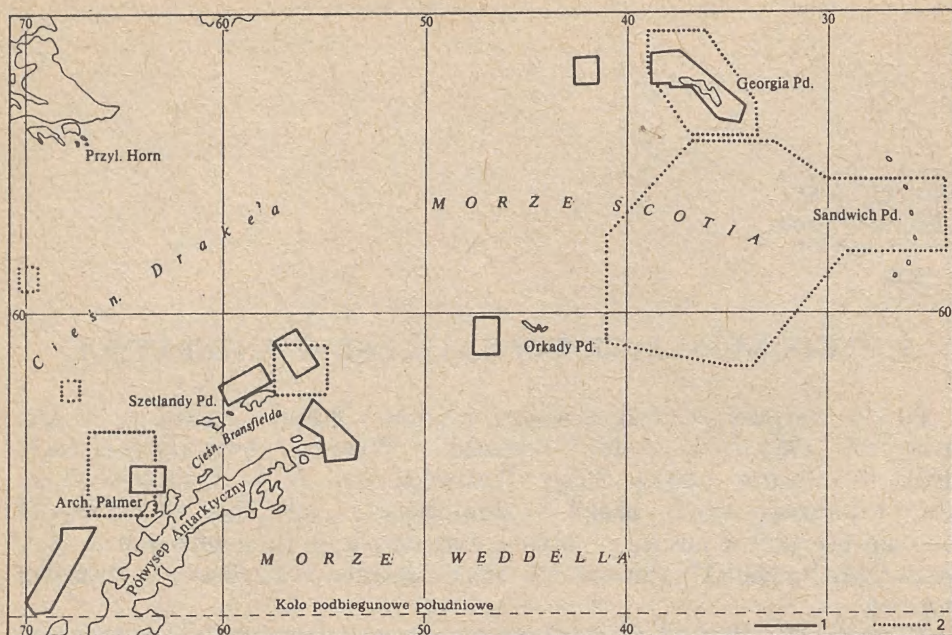
Warszawa

POLSKIE BADANIA OCEANOLOGICZNE W ANTARKTYCE

Po raz pierwszy po drugiej wojnie światowej Polacy pojawili się w Antarktyce w 1958 r. w czasie 7 Radzieckiej Wyprawy Antarktycznej SAE, kiedy to otwarto polską Stację Badawczą im. A. B. Dobrowolskiego. Nie prowadzono wtedy badań oceanologicznych, ale ślad zainteresowania oceanem pozostał w postaci pomiarów mareograficznych w zalewach w okolicach Oazy Bungera [7]. Potwierdziły one połączenie tych zalewów z otwartym morzem.

Pierwsze obserwacje hydrologiczne zostały wykonane w Zatoce Alašeeva, w pobliżu radzieckiej Stacji Mołodiożnaja [19, 20]. W okresie od czerwca do października 1969 r. wykonywano pomiary temperatury, zawartości tlenu oraz krzemionki na ośmiu głębokościach od powierzchni do 137 m. Wyniki tych pomiarów wykazały sezonową zmienność badanych parametrów, np. temperatury w granicach od $-1,83$ do $-1,57^{\circ}\text{C}$, zawartości tlenu od 5,95 do $8,17\text{ cm}^3/\text{dm}^3$ oraz reaktywnej krzemionki od 47,5 do $62,8\text{ }\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Stwierdzono ponadto, że głównym czynnikiem decydującym o zmienności i stratyfikacji analizowanych parametrów było okresowe napływanie wód głębinowych pod powierzchnię, wywołane przechodzeniem głębokich niżów barycznych. Po tych badaniach, wykonanych w ramach 14 Radzieckiej Wyprawy Antarktycznej, nastąpiła przerwa w pracach oceanologicznych do chwili rozpoczęcia przez Polskę, w drugiej połowie lat siedemdziesiątych, szeroko zakrojonego programu badań Antarktyki. W programie tym, nastawionym przede wszystkim na rozpoznanie żywych zasobów tego regionu, badania oceanologiczne stanowiły jego integralną część, mającą na celu poznanie procesów zachodzących w środowisku morskim. Prowadzone one były zarówno na statkach badawczych, jak i na Stacji im. H. Arctowskiego. Podczas I Polskiej Morskiej Ekspedycji Antarktycznej 1975/1976 (rys. 1), zorganizowanej przez Polską Akademię Nauk oraz Morski Instytut Rybacki na r/v „Profesor Siedlecki”. Poza rutynowymi pomiarami temperatury i zasolenia oznaczano zawartość tlenu i soli biogenne (PO_4 , Si, NO_2 i NO_3), badano ogólną ilość zawiesiny, zawartość węgla organicznego (POC i DOC) oraz własności optyczne wód antarktycznych. Wyniki tych badań opublikowano w 25 tomie Polskiego Archiwum Hydrobiologii [4, 12, 15, 21, 22, 27].

Na podstawie pomiarów prowadzonych w atlantyckim sektorze Antarktyki Chłapowski i Grelowski [4] wydzieliли 4 regiony hydrologiczne. W rejonie



Rys. 1. Obszary badań I — grudzień 1975 — marzec 1976 (linia kropkowana — 2) oraz IV (linia ciągła — 1) Polskich Morskich Ekspedycji Antarktycznych na r/v „Profesor Siedlecki”

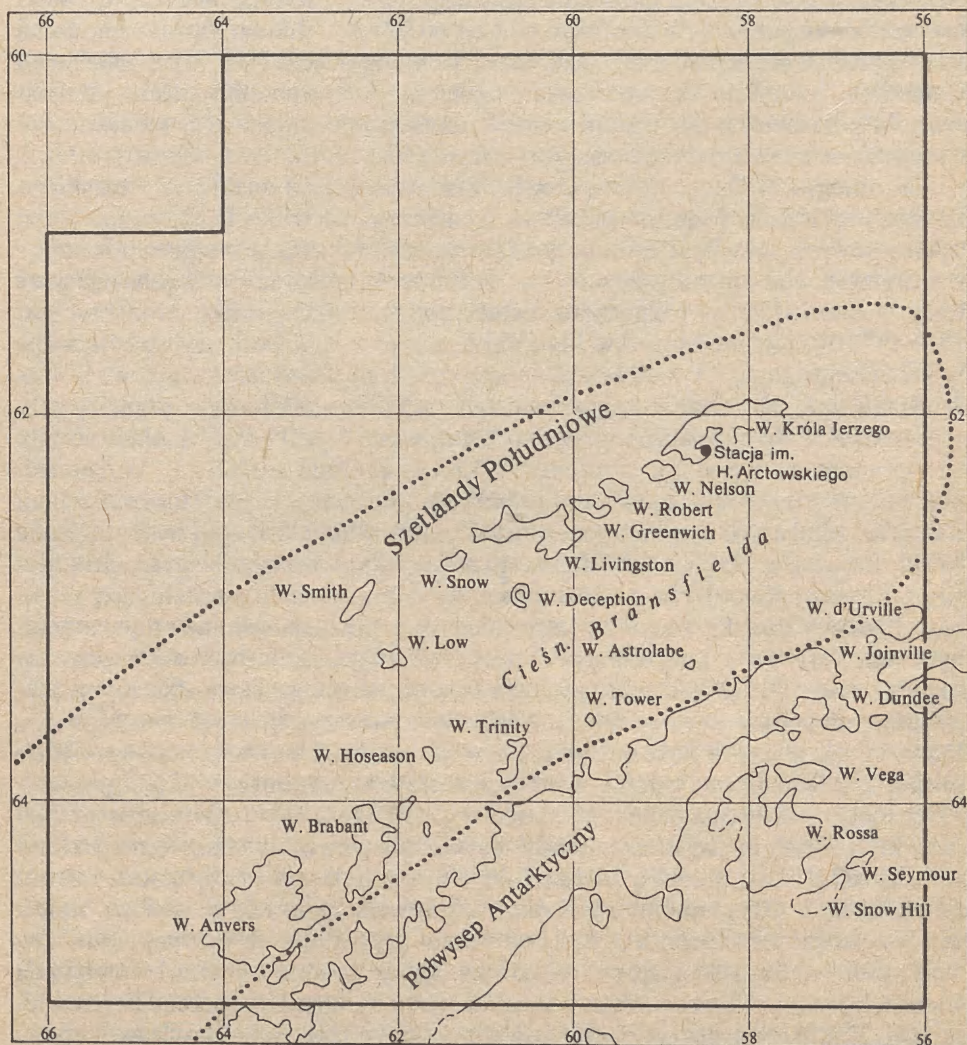
Archipelagu Palmera największy wpływ na reżim hydrologiczny miały wody południowej części Dryftu Wiatrów Zachodnich, płynące z Morza Bellingshausena. Rejon Wyspy Króla Jerzego (King George Island) leżał na styku mas wodnych Dryftu Wiatrów Zachodnich i wód pochodzących z Morza Weddella. Nie obserwowano tutaj powierzchniowych wód antarktycznych letniej modyfikacji. W rejonie Georgii Południowej największy wpływ mają wody Dryftu Wiatrów Zachodnich i prądu Weddella. Zawirowanie cyklonalne po północno-wschodniej stronie wyspy powoduje podniesienie stężeń soli biogennych w tym obszarze. W południowo-wschodnim rejonie Morza Scotia stwierdzono duży wpływ wód z morza Weddella, znaleziono tu strefę frontálną zwaną Zlewiskiem Weddell - Scotia (Weddell - Scotia Confluence), z dużym gradientem zawartości krzemu. Oznaczenia hydrochemiczne wskazały miejsca szczególnie sprzyjające rozwojowi fitoplanktonu. Jest to południowo-wschodnia część Morza Scotia i rejon Wyspy Króla Jerzego.

Warunki środowiskowe w rejonach skupień kryla podsumował S. Rakusa-Suszczewski [22]. Stwierdził on występowanie szerokiego zakresu wartości wielu parametrów hydrologicznych i hydrochemicznych, przy których pojawiają się skupienia kryla, aczkolwiek stosunki zawartości tlenu i krzemionki według niego mogłyby służyć jako wskaźniki warunków hydrodynamicznych charakterystycznych dla regionów skupień tego skorupiaka.

Uzupełnieniem badań hydrochemicznych były wykonywane przez Pęchewskiego [15] oznaczenia ogólnej ilości zawiesiny, zawartości węgla organicznego w zawieszynie (POC) oraz organicznego węgla rozpuszczalnego (DOC). Oznaczenia DOC i POC, bardzo cenne dla oszacowania bilansu materii

organicznej w morzu oraz przepływu energii, pokazały, że zawartość POC waha się od 0,12 do 0,52 mg/dm³, co stanowi od 9 do 31% ogólnej ilości zawiesiny. Zawartość DOC była kilkakrotnie wyższa i wynosiła od 2,60 do 5,1 mg/dm³. Obie te wartości wykazywały duże zmienności regionalne i pionowe zróżnicowanie. Największe stężenia POC i DOC występowały w Cieśninie Bransfielda oraz w rejonie wyspy Anvers na głębokościach od 10 do 16 m.

W dziedzinie optyki morza, Wensierski i Woźniak [27] badali napro-



Rys. 2. Obszar badań II Polskiej Morskiej Ekspedycji Antarktycznej — grudzień 1976 — maj 1977 (linia kropkowana). Obszar ten sięgał wzdłuż Półwyspu Antarktycznego do 70°W. Obszar ograniczony linią ciągłą to kwadrat „A” eksperymentu BIOMASS - FIBEX badany przez Polaków (1981 r.)

mieniowanie światłem dziennym wód antarktycznych oraz określili współczynniki osłabienia oświetlenia dla różnych długości fali. Widma osłabienia pokazały długość fali o maksymalnym zasięgu oraz umożliwiły klasyfikację optyczną tych wód według kryteriów Jerlova. Ponadto wyznaczono zasięg strefy eufotycznej, który na badanym obszarze wynosi 40–60 m.

Podczas II Polskiej Morskiej Ekspedycji Antarktycznej (rys. 2) kontynuowano prace oceanograficzne. Grelowski badał temperaturę, zasolenie oraz nadtlenienie wody w rejonach występowania skupień kryla. Wyniki przedstawione zostały w pracach zbiorowych [28, 29]. W czasie tego samego rejsu Fischer [8] badał ilość zawiesiny oraz spektrum wymiarowe jej cząstek. Zawartość objętościowa wahała się od 0,02 do 2,8 cm³/m³, najczęściej występowała koncentracja do 1 cm³/m³ i wykładnik rozkładu hiperbolicznego w pobliżu jedności. Rozmieszczenie zawiesiny w wodach Antarktyki jest ważnym parametrem dla tego akwenu z powodu ogromnego spływu zawiesiny z lodowców oraz topiących się gór lodowych.

Od lutego 1977 r., tj. od chwili założenia Stacji im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego, powstała możliwość rozwinięcia nowego nurtu zainteresowań. Dotyczył on kompleksowych badań oceanologicznych strefy przybrzeżnej wód antarktycznych oraz badań zmienności sezonowych. Pierwsze prace w tym kierunku rozpoczęte zostały podczas II Wyprawy Antarktycznej PAN 1977/1978 przez zespół pod kierunkiem J. Dery [6]. Pomiaru wykonywane były ze stojącego na kotwicy statku m/s „Antoni Garnuszewski”, ponieważ na Stacji im. H. Arctowskiego nie było wówczas jednostek pływających, odpowiednich do prowadzenia badań na morzu. Wyniki tych badań zostały już opracowane i podane w numerze 15 Oceanologii (1982 r.). W ramach tych badań Marsz [13] opisał geomorfologię wybrzeży i dna fiordu Ezcurra oraz sporządził mapę batymetryczną Zatoki Admiralicji. Warunki hydrologiczne fiordu Ezcurra i Zatoki Admiralicji przedstawione zostały w pracach Catewicza [2] oraz Catewicza i Kowalika [3]. Autorzy ci stwierdzili, że reżim hydrologiczny fiordu Ezcurra uwarunkowany jest zjawiskami pływowymi. Pływ ten jest typu mieszanego — półdobowy nieregularny, obserwuje się ponadto duży efekt pływu syzygjalnego i kwadraturowego. Harmoniczny proces pływowy powoduje wymieszanie mechaniczne wód zatoki od powierzchni do dna. Charakterystykę hydrochemiczną wód fiordu Ezcurra opracował Bojanowski [1]. Podał on średnie wartości stężeń krzemionki — 82,2 µgat/dm³, fosforanów — 1,96 µgat/dm³, azotynów — 0,17 µgat/dm³ i azotanów — 25,4 µgat/dm³. Średnie zasolenie wody powierzchniowej w badanym okresie wynosiło 33,913‰. Udział rozpuszczalnych organicznych form fosforu i azotu nie przekracza 10% ogólnej ich ilości. Bojanowski twierdzi, że zmiany stężeń soli biogenicznych zachodzą pod wpływem czynników fizycznych (wiatrów i pływów), natomiast rytmy biologiczne (poza sezonowymi) nie wpływają zauważalnie na te wartości. Przeroczystość wody badana była przez Olszewskiego [14]. Zaobserwował on w fiordzie dużą zmienność warunków świetlnych. Współczynnik osłabienia oświetlenia zmieniał się znacznie w czasie (spływy zawiesiny z lodowców) i wraz z głębokością. Średni zasięg strefy eufotycznej wyznaczono na około 24 m. Bardziej szczegółowe dane hydrooptyczne, dotyczące charakterystyki energetycznej pola światła, znaleźć można w pracy Woźniaka-Haptera i Maja [30]. Na tle tych warunków fizycznych i chemicznych

Hapter, Woźniak i Dobrowolski [10] rozważają wyniki badań produkcji pierwotnej w wodach przybrzeżnych regionu Antarktyki.

Na zakończenie trzeba wspomnieć o badaniach Jonasza [11] nad ilością i rozkładem rozmiarów zawiesiny. Zawiesina ta, składająca się głównie z cząstek mineralnych, ma duży wpływ na warunki hydrooptyczne, a dalej — na zawartość fitoplanktonu w wodach Zatoki Admiralicji.

Sezon letni 1978/79 to okres najbardziej intensywnych polskich badań w Antarktyce. Działa jednocześnie organizowana przez MIR IV Polska Morska Wyprawa Antarktyczna na r/v „Profesor Siedlecki” (rys. 1) oraz III Wyprawa Antarktyczna PAN pod kierownictwem S. Rakusa-Suszczewskiego. Podobnie jak podczas I i II wyprawy morskiej, badania oceanologiczne w sezonie 1978/79 przedstawiały tło środowiskowe obszarów występowania skupień kryla. Zakres badań na statku r/v „Profesor Siedlecki” obejmował rejon wyspy Georgia Południowa, Morze Scotia oraz okolice Półwyspu Antarktycznego. Oznaczono temperaturę wody, zasolenie, zawartość tlenu oraz soli biogenicznych — fosforanów, krzemianów, azotynów i azotanów. Chromicz, Grelowski, Pastuszak [5] stwierdzili — podobnie jak podczas poprzednich wypraw — duże zawartości biogenów. Ze stosunków Si:P oraz N:P wynikało, że jedynie stężenie krzemu może być czynnikiem limitującym rozwój fitoplanktonu. Analiza danych temperatury i zasolenia oraz obliczenia prądów dynamicznych na badanych obszarach [9] potwierdziły wyniki z lat 1975—1976 i 1977. Rozpoznanie układu prądów geostroficznych w Cieśninie Bransfielda, a szczególnie w okolicy Wyspy Króla Jerzego, wiąże się bardzo ściśle z badaniami stacjonarnymi strefy przybrzeżnej, prowadzonymi w Zatoce Admiralicji.

W czasie III wyprawy PAN na Stację im. H. Arctowskiego przywieziona została motorowa łódź rybacka „Dziunia” (rys. 3), która — po adaptacji do prac hydrologicznych — okazała się znakomitą jednostką do badań strefy przybrzeżnej. Badania oceanologiczne wchodziły w skład całościowego programu badań nad funkcjonowaniem ekosystemu strefy przybrzeżnej w regionach Antarktyki. Program ten był realizowany w Zatoce Admiralicji (Wyspa Króla Jerzego) na Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego [23 i 24]. Rozpoznano warunki środowiskowe wód Zatoki, ich specyfikę lokalną oraz różnicę w stosunku do warunków występujących na otwartym oceanie. Dane te stanowią cenny materiał dla biologów prowadzących badania na Wyspie Króla Jerzego. Cyrkulacja prądowa zatoki opisana została przez Prusaka [18]. Pomiary prądów w akwenach, w których występują góry lodowe i growlersy, są bardzo trudne i często kończą się utratą sprzętu. Udało się jednak stwierdzić, że zasadniczym układem prądowym występującym w Zatoce jest, ściśle związany z pływami, układ przepływu dwufazowego. Prądy powierzchniowe generowane wiatrami zanikają na głębokościach poniżej 20 m.

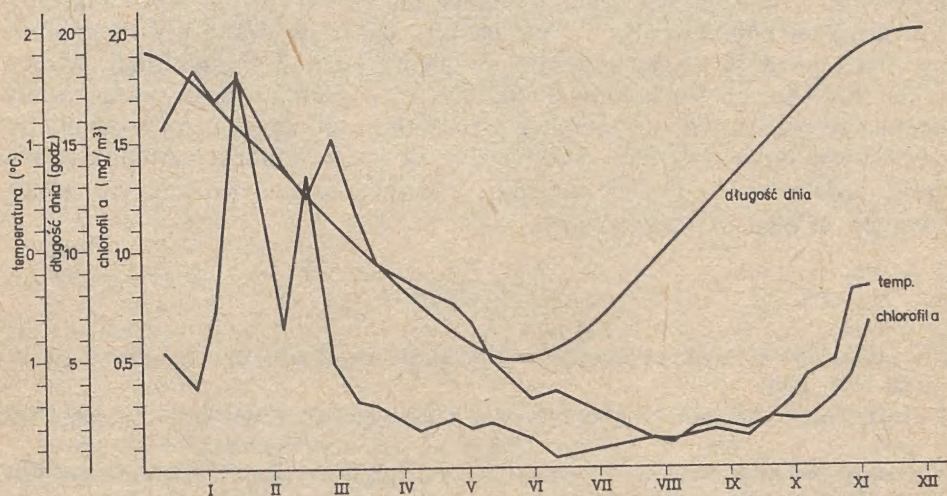
Szafrński i Lipski [26] podali strukturę temperatury i zasolenia. Stwierdzono dużą jednorodność wód całej Zatoki. W przekrojach pionowych nie występowały ostro zaznaczone termokliny. Zasolenie wzrastało jednostajnie od wartości rzędu 33,5—34,2‰ na powierzchni — do 34,5—34,6‰ na głębokości 500 m. Ogólnie można powiedzieć, że wody Zatoki Admiralicji są dobrze wymieszane, a szybka ich wymiana z wodami Cieśniny Bransfielda



Rys. 3. Kuter hydrograficzny „Dziunia” z załogą na wodach Zatoki Admiralicji (okolice Stacji im. H. Arctowskiego)

uniemożliwia powstanie znaczących lokalnych zmian temperatury i zasolenia. Badania hydrochemiczne w sezonie letnim 1978/79 prowadził Samp [25]. Podał on wielkości stężeń tlenu oraz soli biogennych — fosforanów, azotynów i azotanów. Stężenia te są duże w całym słupie wody i w żadnym przypadku nie mogą być czynnikiem limitującym wzrost fitoplanktonu w tych wodach. Rozmieszczenie i ilość zawiesiny badane były przez Pęcherzewskiego [16]. Z powodu spływu zawiesiny z lodowców, szacowanego dla Zatoki Admiralicji na około 2000 ton dziennie, zawartość jej w wodach Zatoki wynosi średnio $12,4 \text{ mg/dm}^3$, to jest około 5-krotnie więcej niż w otwartych wodach Antarktyki. Ten sam autor wykonywał również pomiary zawartości węgla organicznego w postaci rozpuszczalnej (DOC) i zawieszanej (POC) [17]. Zawartość tego pierwiastka w formie DOC wynosiła od $1,61$ do $3,22 \text{ mg/dm}^3$, a w formie POC od $0,22$ do $0,65 \text{ mg/dm}^3$. W wyniku badań prowadzonych przez grupę letnią III Wyprawy PAN należy się spodziewać jeszcze kilku prac K. Furmańczyka i współautorów; będą one dotyczyły zastosowania metod fotointerpretacji w badaniach prądów powierzchniowych, rozmieszczenia zawiesiny i zalodzenia w Zatoce Admiralicji. W czasie tej

samej ekspedycji wykonano także oznaczenia chlorofilu (M. Lipski) oraz niektóre analizy hydrochemiczne, a po wyjeździe grupy letniej pełny zestaw pomiarów oceanograficznych i hydrochemicznych. Badania te prowadzono przez rok 1979. Ich rezultatem jest rozpoznanie sezonowych zmian parametrów oceanograficznych i hydrochemicznych wód Zatoki Admiralicji. Obejmowały one pomiary temperatury, zasolenia, pH, zawartości tlenu, fosforanów, krzemianów, azotynów, azotanów, chlorofilu, feofityny oraz karotenoidów roślinnych. Wyniki tych badań są obecnie opracowywane. Przykład przebiegu zmienności wybranych parametrów fizyczno-chemicznych przedstawia rysunek 4. Tak szerokie, całoroczne badania hydrochemiczne prowadzone były w Antarktyce po raz pierwszy. Ich przeprowadzenie było możliwe tylko dzięki sprawnie działającej stałej bazie, jaką jest Stacja Badawcza PAN im. H. Arctowskiego, na Wyspie Króla Jerzego. W chwili obecnej stacja ta jest



Rys. 4. Roczny cykl temperatury i zawartości chlorofilu w wodach Zatoki Admiralicji (Wyspa Króla Jerzego) głęb. 25 m oraz długość dnia na tej szerokości geograficznej (1979)

znakomicie przygotowana do prowadzenia prac tego rodzaju. W czasie V Wyprawy Antarktycznej PAN Stację H. Arctowskiego wyposażono w drugą jednostkę pływającą — 10-metrowy drewniany kuter hydrograficzny „Słoń Morski”. Na jego burcie zainstalowano radar, echosondę badawczą firmy Krupp oraz 6-parametrową sondę oceanograficzną firmy MARTEK (USA). Sprzęt ten posłużył hydrochemikom zimującym na Stacji w 1981 r. (W. Ławaczowi i R. Tokarczykowi) do badań zawartości węgla organicznego (DOC i POC), biogenów oraz chlorofilu.

W 1981 r. (styczeń - marzec) Polska uczestniczyła w międzynarodowym eksperymencie BIOMASS - FIBEX. Terenem naszych badań prowadzonych z pokładu r/v „Profesor Siedlecki” był kwadrat A w Atlantyckim sektorze Oceanu Południowego (rys. 2). Wykonywano pomiary zasolenia i temperatury za pomocą sondy Bissett-Berman oraz pomiary hydrochemiczne (T. Wojewódzki, B. Szpiganowicz), oznaczenia zawartości chlorofilu (M. Lipski), związ-

ków organicznych takich, jak cukry, aminokwasy, mocznik (T. Mężykowski). Grupa hydrooptyków (D. Stramski, M. Montwiłł) rejestrowała ilość światła dochodzącego do powierzchni morza oraz współczynniki osłabienia dla różnych długości fal. Wyniki wszystkich pomiarów dokonywanych w czasie eksperymentu FIBEX były częściowo już w czasie rejsu przetwarzane przez maszynę cyfrową Elliott 905. Dokładna analiza tych danych pod kątem użyteczności do oszacowania żywych zasobów Antarktyki, a głównie kryla (co jest głównym celem programu BIOMASS), będzie dokonana przez międzynarodowy zespół ekspertów (Post — FIBEX Data Interpretation Committee), pracujący na Uniwersytecie w Hamburgu.

Badania oceanologiczne prowadzone przez Polaków nigdy nie stanowiły odrębnych zadań badawczych. Były one prowadzone zawsze w ramach szerszych programów mających na celu bądź to rozpoznanie zasobów kryla (Ekspedycje Morskie MIR oraz FIBEX), bądź też zbadanie funkcjonowania ekosystemu strefy przybrzeżnej (badania na Stacji im. H. Arctowskiego). Tym niemniej konsekwentny wybór obszaru badań w czasie poszczególnych ekspedycji pozwala na stwierdzenie, że rejony Georgii Południowej, Morza Scotia, Archipelagu Szetlandów Południowych i Cieśniny Bransfielda zostały zupełnie dobrze przez nas opracowane. Natomiast Zatoka Admiralicji, po uporządkowaniu wszystkich wyników dotychczas wykonanych zadań badawczych, będzie bez wątpienia najlepiej oceanologicznie rozpoznany antarktycznym akwenem przybrzeżnym.

LITERATURA

1. Bojanowski R. — *Charakterystyka hydrochemiczna wód Zatoki Ezcurrea*. Oceanologia 15, 000—000. 1982.
2. Catewicz Z. — *Zmienność przepływu wód Zatoki Ezcurrea*. Oceanologia 15, 000—000, 1982.
3. Catewicz Z., Kowalik Z. — *Analiza harmoniczna pływów w Zatoce Ezcurrea*. Oceanologia 15, 000—000. 1982.
4. Chłapowski K., Grelowski A. — *Hydrographic characteristic of krill fishing grounds explored during first polish Antarctic Marine Research Expedition on r/v „Profesor Siedlecki”*. Pol. Arch. Hydrob., 25, 535—559. 1978.
5. Chromicz T., Grelowski A., Pastuszak M. — *Charakterystyka warunków meteorologicznych i hydrologicznych w IV morskiej ekspedycji antarktycznej (grudzień 1978 — marzec 1979)*. Morski Instytut Rybacki — Sprawozdanie z badań IV Polskiej Morskiej Ekspedycji Antarktycznej w sezonie 1978/79, T. 1, 11—90, Gdynia 1979.
6. Dera J. — *Oceanologiczne rozpoznanie fiordu Ezcurrea podczas II Wyprawy Antarktycznej PAN*. Stud. Mater. Oceanolog., 25: 5—38, 1978.
7. Dubrowin L. I., Zalewski M. — *Prąliwy w zaliwach Oazisa Bangiera*, Informacjonny Biuletyn SAE 67: 47—52, 1967.
8. Fischer J. — *Distribution of suspended matter in the epipelagial of antarctic waters between the Drake Passage and the Adelaide Island*. Pol. Arch. Hydrob., 27: 11—24, 1980.
9. Grelowski A., Pastuszak M. — *Preliminary determination of occurrence and movement of water masses in the regions of South Georgia and Antarctic Peninsula*. Oceanologia 14: 000—000. 1981.
10. Hapter R., Woźniak B., Dobrowolski K. — *Produkcja pierwotna i jej uwarunkowania środowiskowe w Zatoce Ezcurrea*. Oceanologia 15: 000—000, 1982.

11. Jonasz N. — *Rozkłady rozmiarów zawieszin w Zatoce Ezcurra*. Oceanologia 15: 000—000. 1982.
12. Ludwig R., Babiak M. — *Description of the cruise of r/v „Profesor Siedlecki” to the Antarctic*. Pol. Arch. Hydrob. 25: 511—517. 1978.
13. Marsz A. — *Wybrane wyniki badań geomorfologii wybrzeży i dna Zatoki Ezcurra*. Oceanologia 15: 000—000. 1982.
14. Olszewski J. — *Przezroczystość wody i zasięg strefy eufotycznej w Zatoce Ezcurra*. Oceanologia 15: 000—000. 1982.
15. Pecherzowski K. — *Distribution of suspended matter and organic carbon in Antarctic waters*. Pol. Arch. Hydrob., 25: 561—571. 1978.
16. Pecherzowski K. — *Distribution and quantity of suspended matter in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res., 1, 1: 75—82. 1980.
17. Pecherzowski K. — *Organic carbon (DOC and POC) in waters of the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res. 1, 4: 67—75. 1980.
18. Pruszek Z. — *Current circulation in the waters of Admiralty Bay (region of Arctowski Station on King George Island)*. Pol. Polar Res. 1, 1: 55—74. 1980.
19. Rakusa-Suszczewski S. — *Winter hydrological observations in Alasheyev Bight, Eastern Antarctic*. Pol. Arch. Hydrob., 19: 1—9. 1972.
20. Rakusa-Suszczewski S. — *Wyprawa polskich hydrobiologów na Antarktydę*. Oceanologia 2: 226—234. 1972.
21. Rakusa-Suszczewski S. — *First Polish Antarctic Marine Research Expedition on r/v „Profesor Siedlecki” and m/t „Tazar” in 1975/76*. Pol. Arch. Hydrob., 25: 505—510. 1978.
22. Rakusa-Suszczewski S. — *Environmental conditions within krill swarms*. Pol. Arch. Hydrob., 25: 585—587. 1978.
23. Rakusa-Suszczewski S. — *The role of near shore research in gaining and understanding of the functioning of the antarctic ecosystem*. Pol. Arch. Hydrob., 27: 229—233. 1980.
24. Rakusa-Suszczewski S. — *Environmental conditions and the functioning of Admiralty Bay (South Shetland Islands) as a part of near shore Antarctic ecosystem*. Pol. Polar Res. 1, 1: 11—27. 1980.
25. Samp R. — *Selected environmental factors in the waters of Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res., 1, 4: 53—66. 1980.
26. Szafranski Z., Lipski M. — *Characteristic of water temperature and salinity at Admiralty Bay (King George Island) during austral summer 1978—1979*. Pol. Polar. Res. 3 (3—4): 7—24. 1982.
27. Wensierski W., Woźniak B. — *Optical properties of water in antarctic waters*. Pol. Arch. Hydrob., 25: 517—533. 1978.
28. Witek Z., Kalinowski J., Grelowski A., Wolnomiejski N. — *Rozmieszczenie i charakterystyka skupień kryla na tle warunków środowiskowych w rejonie półwyspu antarktycznego w sezonie letnim 1977*. MIR Prace i Materiały, Seria A, 25: 64—91. 1980.
29. Witek Z., Kalinowski J., Grelowski A., Wolnomiejski N. — *Studies of aggregations of krill (Euphausia superba)*. Meeresforschung 28: 228—243. 1981.
30. Woźniak B., Hapter B., Maj B. — *Charakterystyka energetyczna pola światła w Zatoce Ezcurra w czasie antarktycznego lata 1977/78*. Oceanologia 15: 000—000. 1982.

JAN M. REMBISZEWSKI

Ogród Zoologiczny
Warszawa

TOMASZ B. LINKOWSKI

Zakład Ichtiologii MIR
Gdynia

WIESŁAW ŚLÓSARCZYK

Zakład Ichtiologii MIR
Gdynia

POLSKIE BADANIA ICHTIOLOGICZNE W ANTARKTYCE

Już pierwsze ekspedycje antarktyczne organizowane w XIX wieku podejmowały trud kolekcjonowania biologicznych materiałów naukowych z wód Antarktyki, w tym także ryb. Wiele z tych zbiorów, będących przedmiotem pierwszych opracowań biologicznych, nie dotrwało do naszych czasów. W 1844 r. Richardson [48] opisał materiały zebrane przez amerykańską ekspedycję w latach 1839—1843 na statkach „Erebus” i „Terror”. Kolejne zbiory gromadzone były przez brytyjską ekspedycję na statku „Challenger” w latach 1873—1876, a opisane przez Günthera [8, 9]. Zbiory ichtiologiczne zebrane przez wyprawę na statku „Belgica” w latach 1897—1899, w której to ekspedycji brali również udział polscy uczeni H. Arctowski i A. B. Dobrowolski, opracowane były przez Dollo [7]. Materiały z wielu kolejnych ekspedycji brytyjskich na statkach „Southern Cross” (1898—1900), „Discovery” (1901—1904) „Terra Nova” (1910), oraz „Discovery”, „Discovery II” i „William Scoresby” (1925—1936) zostały opracowane przez Boulengera [2, 3], Regana [41, 42] i Normana [30—34]. Do poznania ichtiofauny Antarktyki znacznie przyczyniły się też ekspedycje francuskie na statkach „Français” (1903—1905) i „Purquoi-Pas” (1908—1910) oraz prace Vaillanta [64] oraz Roule’a, Angela i Despaxa [49], a także ekspedycje: szwedzka na statku „Antarktic” (1901—1902), niemiecka na statku „Gauss” (1901—1903) i australijska na statku „Aurora” (1911—1914), z których materiały opublikowali Lönnberg [28], Pappenheim [35] i Waite [65].

Po drugiej wojnie światowej badania szelfu antarktycznego i jego fauny są kontynuowane dość regularnie przez ekspedycje skandynawskie, amerykańskie i radzieckie. W światowej literaturze ichtiologicznej na trwałe zapisują się takie nazwiska jak O. Nybelin, S. Olsen, J. T. Ruud, A. P. Andrjasev, J. Permitin, H. H. DeWitt, J. C. Hureau i wiele, wiele innych. Lawinowo rośnie liczba publikacji ichtiologicznych z tego obszaru. Ale dopiero w końcu lat sześćdziesiątych do badań Antarktyki, w tym także do antarktycznych badań ichtiologicznych, włącza się również Polska.

Początki polskich badań ichtiologicznych w Antarktyce datują się od 3 kolejnych, bardzo nielicznych obsadzonych wypraw polskich biologów, zorga-

nizowanych w ramach radzieckich ekspedycji antarktycznych (SAE) w latach 1968—1970, 1971—1972, 1973—1974. Efektem tych wypraw były pierwsze, cenne zbiory okazów antarktycznej ichtiofauny, które zapoczątkowały kolekcje krajowe. Powstało także wiele opracowań dotyczących głównie fizjologii, anatomii, a także niektórych aspektów biologii kilku gatunków przybrzeżnych. Podjęta w pierwszych wyprawach problematyka obejmowała badania składu pokarmu i szybkości jego trawienia oraz badania aktywności enzymów proteolitycznych u dwóch gatunków z rodzaju *Trematomus* [39]. Prowadzono też eksperymenty na materiale żywym — badania nad oddychaniem ikry [36]. Późniejsze badania utrwalonych materiałów umożliwiły opracowanie składu krwi ryb, budowy organów węchu, linii nabocznej oraz powierzchni oddechowych skóry i skrzeli [1, 10—19]. Połowy, mimo bardzo wówczas ograniczonych możliwości technicznych, pozwoliły na zbadanie składu gatunkowego i niektórych innych parametrów populacji ryb w wodach przybrzeżnych [37]. Z trzech omawianych wypraw, najistotniejszy wpływ na dalszy rozwój badań ichtiologicznych w naszym kraju miały prace wykonane podczas II wyprawy [38].

Wspomniane wyprawy polskich biologów, zorganizowane przez Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN przy współpracy z Instytutem Arktyki i Antarktyki w Leningradzie i odbyte na radzieckich statkach, otworzyły drogę własnym, już wyłącznie polskim, szeroko zakrojonym badaniom.

Badania subantarktyczne w dziedzinie ichtiologii rozpoczął rejs statku Morskiego Instytutu Rybackiego r/v „Profesor Siedlecki” w rejon Wysp Kerguelena w 1975 r. Przeprowadzone wówczas badania ichtiologiczne i rybackie objęły przegląd występującej tam ichtiofauny oraz wstępną charakterystykę populacji ryb z gatunków mogących mieć znaczenie gospodarcze [54, 63]. Zdobyte w rejsie informacje umożliwiły naszej flocie rybackiej rozpoczęcie eksploatacji łowisk wokół Wysp Kerguelena. W końcu 1975 r. na statkach r/v „Profesor Siedlecki” i m/t „Tazar” wyruszyła Pierwsza Polska Morska Ekspedycja Naukowa na wody Antarktyki. Ekspedycja zorganizowana przez Instytut Ekologii Polskiej Akademii Nauk i Morski Instytut Rybacki miała wprawdzie za zadanie podjęcia kompleksowych badań na biologię, zasobami i techniką połowów kryła antarktycznego, niemniej objęła także programem badania wielu grup i zespołów roślinnych oraz zwierzęcych, bogato reprezentowanych w wodach otaczającego Antarktykę oceanu. Dla ichtiologów był to okres dalszego zapoznawania się z ichtiofauną Antarktyki. W trakcie wyprawy prowadzono stałą rejestrację łwionych gatunków, badano płodność ryb, próbowano ustalić okresy tarła, badano zawartość pokarmu w żołądkach, a także rozkład wieku ryb w stadzie u wielu gatunków ważnych z gospodarczego punktu widzenia. Podjęto także próbę ustalenia związków troficznych łączących wielkie ławice kryla i współżyjące z nimi dorosłe, młodociane i postlarwalne formy ryb, głównie z rodzin *Chaenichthyidae*, *Nototheniidae* i *Myctophidae* [25, 46].

W następnych latach (1976—1981) cztery kolejne morskie ekspedycje antarktyczne zorganizowane przez Morski Instytut Rybacki na statkach badawczych „Profesor Siedlecki” i „Profesor Bogucki” oraz na kilku czarterowanych trawalerach rybackich, pozwoliły na znaczne rozszerzenie zarówno

zakresu tematyki badań ichtiologicznych jak i ich zasięgu geograficznego. Pełną dokumentację badań zawierają sprawozdania z tych wypraw*.

Badania ichtiologiczne poświęcone były głównie rozpoznaniu rozmieszczenia i taksonomii. Badania te swoim zakresem obejmowały gatunki ryb demersalnych, pelagicznych i mezopelagicznych. Badania prowadzone były głównie w atlantyckim sektorze wód antarktycznych [5, 6, 20, 22, 23, 27, 51, 53, 56]. Kontynuowano tematykę związaną z przyłowem ryb w połowach kryla, w tym także młodocianych nototeniokształtnych [4, 21, 58—61]. W warunkach rozwijającej się w szybkim tempie eksploatacji kryla ochrona narybku ryb białokrwistych i nototeniowatych stała się jednym z ważniejszych problemów ichtiologii i rybołówstwa antarktycznego.

Równolegle do wspomnianych morskich wypraw antarktycznych i wraz z rozpoczęciem przez polską flotę rybacką eksploatacji łowisk w rejonie Morza Scotia, Zakład Ichtiologii MIR, przy współpracy naukowców z Morskiego Laboratorium Terenowego Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego na Helu oraz Instytutu Ichtiologii Akademii Rolniczej w Szczecinie, podjął systematyczne badania populacji ryb użytkowych. Badania te mają na celu stałe kontrolowanie zmian zachodzących w stadach eksploatowanych gatunków [29, 50, 52, 54, 55, 57]. W okresowych sprawozdaniach z badań, przygotowanych dla przedsiębiorstw rybackich. Zakład Ichtiologii MIR przedstawia analizę połowów i wyniki kontrolnych badań biologicznych ryb. Podjmuje także próby oceny stanu zasobów eksploatowanych gatunków**.

Dodatkowe, szerokie możliwości i perspektywy badań ichtiologicznych stworzyło zbudowanie na Wyspie Króla Jerzego, w Archipelagu Szetlandów Południowych stałej Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego, wyposażonej w nowoczesny sprzęt do badań morza. Możliwe stało się prowadzenie całorocznych obserwacji ryb, a to z kolei umożliwiło ustalenie, często po raz pierwszy, okresów tarła i wylęgu wielu występujących tam gatunków [45]. Ponownie podjęto tematykę badań składu krwi ryb nototeniowatych [40]. Na stacji przeprowadzono również badania z zakresu taksonomii i biologii niektórych gatunków strefy przybrzeżnej Wyspy Króla Jerzego i Wyspy Elephant [24, 26, 43, 44, 47, 66].

W 1981 r. w ramach I Międzynarodowego Eksperymentu Biologicznego (BIOMASS-FIBEX), ichtiolodzy Polskiej Akademii Nauk i Morskiego Instytutu Rybackiego przeprowadzili w Cieśninie Drake'a i w Cieśninie Bransfielda szeroko zakrojone badania wczesnych stadiów rozwojowych ryb antarktycznych, współżyjących ze skupieniami kryla. Zebrano bogatą kolekcję stadiów postlarwalnych i młodocianych, głównie z podrzędu nototeniowców. Kolekcja ta jest obecnie opracowywana. Efektem dotychczasowych prac jest określenie rozmieszczenia i liczebności młodocianych *Notothenioidei* występujących w skupieniach kryla w rejonie prowadzonych badań [62].

Również obecnie na łowiskach Antarktyki pracuje polska flota rybacka. Prowadzone prace ichtiologiczne mają znaczenie naukowe i poznawcze,

* Sprawozdanie z badań II (III, IV i V) Polskiej Morskiej Ekspedycji Antarktycznej w sezonie 1976/77 (1977/78, 1978/79, 1981). Morski Instytut Rybacki, Gdynia, 1977 (1978, 1979, 1982).

* Badania ichtiologiczno-rybackie i ocena zasobów rybnych wód Antarktyki w sezonie 1978/79 (1979/80, 1980/81). Morski Instytut Rybacki, Gdynia, 1979 (1980, 1981).

służą także praktyce rybackiej. Rozwój tej dyscypliny nauk biologicznych w Polsce jest doskonałą ilustracją szybkiego przejścia od etapu badań podstawowych do efektów gospodarczych, wyrażających się liczbą blisko 300 tysięcy ton ryb złowionych w Antarktyce w latach 1977—1981.

LITERATURA

1. Andrijašev A. P., Jakubowski M. — *Morfologičeskoje obosnovanie rodovogo obosoblenia antarktičeskich širokolobikov (Trematomus borchgrevinki Boulenger i T. brachysoma Pappenheim) i novyy status roda Pagothenia Nichols et LaMonte (Nototheniidae)*. *Zod. Žurn.*, 50, 7, 1041—1055, 1971.
2. Boulenger G. A. — *Pisces*. *Rep. Coll. Nat. Hist. Antarct. Reg. Voy. "Southern Cross"*, London, 174—189, 1902.
3. Boulenger G. A. — *Fishes*. *Nation. Antartc. Exp. Nat. Hist.*, II *Vertebrata*, 4, 1—5, 1907.
4. Chłapowski K., Krzeptowski M. — *On the presence of fishes in Antarctic krill catches*. *Acta Ichth. Pisc.* 8, 1, 3—8, 1978.
5. Chojnacki J., Palczewski P. — *Obserwacje nad biologią ryb białokrwistych z rejonu Południowej Georgii w sezonie letnim 1977/1978*, *Symp. 30-lecia Wydz. Ryb. Morsk. i Techn. Żyw. AR Szczecin*, Mat. 89—93, 1981.
6. Chojnacki J., Palczewski P. — *Age and growth rate of Pseudochaenichthys georgianus Norman, 1937 (family Chaenichthyidae) of the South Georgia region*. *Pol. Polar Res.*, 2 (3—4), 145—157, 1981.
7. Dollo L. — *Poissons*. *Exp. Antarct. Belge Res. S.Y. "Belgica" 1897—1899*. *Zool.*, 1—240, 1904.
8. Günther A. — *Report on the shore fishes procured during the voyage H.M.S. "Challenger" in the years 1873—1876*. *Rep. Sci. Res. Challenger*, 1, 6, 1—82, 1880.
9. Günther A. — *Report on the deep-sea fishes collected by H.M.S. "Challenger" during the years 1873—1876*. *Rep. Sci. Res. Challenger*, 22, 1—268, 1877.
10. Jakubowski M. — *A method for the manifestation of lateral-line canals and their neuromasts in fishes*. *COPEIA*, 1, 234—235, 1967.
11. Jakubowski M. — *Metody vyjavenija i okraski sistemy kanalov bokovoj linii i kostnych obrazovanij u ryb in toto*. *Zod. Žurn.* 49 (9), 1398—1402, 1970.
12. Jakubowski M. — *Osobiennosti morfologii sistemy organov bokovoj linii u predstavitelej antarktičeskogo roda Trematomus Boul. (Nototheniidae, Pisces)*. *Vopr. Ichtiol.*, 10 (2), 385—390, 1970.
13. Jakubowski M. — *Morfologičeskije osobiennosti sistemy organov bokovoj linii u predstavitelej roda Notothenia Rich. i drugih rodov semijestva Nototheniidae (Pisces)*. *Vopr. Ichtiol.*, 11 (4), 595—601, 1971.
14. Jakubowski M. — *Białokrwistość i inne osobliwości ichtiofauny Antarktyki*. *Prz. Zool.*, 15, 262—272, 1971.
15. Jakubowski M. — *Anatomy of olfactory organs provided with internal nares in the Antarctic fish Gymnodraco acuticeps Boul. (Bathyracidae)*. *Bull. Acad. Pol. Sc., Ser. Sc. Biol.*, 23, 115—120, 1975.
16. Jakubowski M. — *Dimensions of respiratory surfaces of the gills and skin in the Antarctic white-blooded fish, Chaenocephalus aceratus Lönnberg (Chaenichthyidae)*. *Z. mikrosk. — anat. Forsch.*, Leipzig, 96 (1), 145—156, 1982.
17. Jakubowski M., Byczkowska-Smyk W., Mikhalev Yu. — *Vascularization and size of respiratory surfaces in the Antarctic white-blooded fish Chaenichthys rugosus Regan (Percoidei, Pisces)*. *Zool. Pol.*, 19, 2, 303—317, 1969.
18. Jakubowski M., Byczkowska-Smyk W. — *Respiratory surfaces of white-blooded fish Chaenichthys rugosus Regan (Perciformes)*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 17, 1/2, 273—281, 1970.
19. Jakubowski M., Rembiszewski J. M. — *Vascularization and size of respiratory surfaces*

- of gill and skin in the Antarctic fish *Gymnodraco acuticeps* Boul. (*Bathydraconidae*). Bull. Acad. Pol. Sc. Cl. 2, Ser. Sc. Biol., 22, 305—313, 1974.
20. Kompowski A. — On feeding of *Champscephalus gunnari* Lönnberg 1905 (*Pisces*, *Chaenichthyidae*) off South Georgia and Kerguelen Islands. Acta Ich. Pisc., 10, 1, 25—44, 1980.
21. Kompowski A. — Studies on juvenile *Chaenocephalus aceratus* (Lönnberg, 1906) (*Pisces*, *Chaenichthyidae*) from off South Georgia. Acta Ich. Pisc., 10, 1, 45—53, 1980.
22. Kompowski A. — Z biologii borela i kerguleny. Tech. Gosp. Mor., 5, 233—235, 1980.
23. Linkowski T.B. — *Electrona carlsbergi* (Tanning 1952), the principal component of a deep scattering layer in the Pacific sector of the Antarctic Ocean. Pol. Polar Res., 4 (1—2): 000—000.
24. Linkowski T.B., Presler P., Żukowski C. — Food habits of nototheniid fishes (fam. *Nototheniidae*) in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands). Pol. Polar Res., 4 (1—2): 000—000.
25. Linkowski T.B., Rembiszewski J.M. — Ichthyological observations off the South Georgia coasts. Pol. Arch. Hydrob., 25 (3), 697—704, 1978.
26. Linkowski T.B., Żukowski C. — Observation on the growth of *Notothenia coriiceps neglecta* Nybelin and *Notothenia rossi marmorata* Fischer in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands). Pol. Polar Res., 1, 2—3, 155—162, 1980.
27. Linkowski T.B., Skóra K.E., Węślawski J.M. — Pokarm *Notothenia gibberifrons* Lönnberg w rejonie Zachodniej Antarktyki. (w przygotowaniu).
28. Lönnberg A.J.E. — The fishes of the Swedish South Polar Expedition. Wiss. Erg. Swed. Südpol.-Exp., 5, 6, 1—69, 1905.
29. Mucha M. — Characteristic of South Georgia icefish (*Pseudochaenichthys georgianus* Norman) from the region of South Georgia Island (Antarctic) in the years 1977/1979. Pol. Polar Res., 1, 4, 163—172, 1980.
30. Norman J.R. — Oceanic fishes and flatfishes collected in 1925—1927, Disc. Rep., 2, 261—370, 1930.
31. Norman J.R. — Coast fishes. Part. I. The South Atlantic. Disc. Rep., 12, 1—58, 1935.
32. Norman J.R. — Coast fishes. Part. II. The Patagonian Region. Disc. Rep., 16, 1—150, 1937 a.
33. Norman J.R. — Fishes. Rep. B.A.N.Z. Antarct. Res. Exp., 1929—31, Ser. B, 1, 2, 50—88, 1937 b.
34. Norman J.R. — Coast fishes. Part. III. The Antarctic Zone. Disc. Rep., 18, 1—105, 1938.
35. Pappenheim P. — Die Fische der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. I. Die Fische der Antarktis und Subantarktis. Deutsche Südpolar Exp., 13, 160—182, 1912.
36. Rakusa-Suszczewski S. — Respiration of the Antarctic fish eggs (*Trematomus borchgrevinki* Boul.). Pol. Arch. Hydrob., 19, 399—401, 1972.
37. Rakusa-Suszczewski S. — *Vidovoj sostav i nekotoryje svojstva populjacii ryby, vylovlennoj zimou u berega zaliva Alašeeva (Zemlja Enderbi)*. Inf. Bjul. Sov. Antarct. Eksp. 83, 63—69, 1972.
38. Rakusa-Suszczewski S. — The second exploration of Antarctica by polish biologists 1971—1972. Oceanology 3, 105—109, 1975.
39. Rakusa-Suszczewski S., Piasek A. — Size, feeding and action of proteolytic enzymes in the Antarctic fish of *Trematomus* genus (*Nototheniidae*). Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Biol., 21, 139—144, 1973.
40. Rakusa-Suszczewski S., Żukowski C. — Blood of antarctic fishes: *Notothenia rossi marmorata* Fischer and *Notothenia neglecta* Nybelin. Pol. Polar Res., 1, 1, 103—108, 1980.
41. Regan C.T. — The Antarctic fishes of the Scottish National Antarctic Expedition. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, 49, 229—292, 1913.
42. Regan C.T. — Larval and postlarval fishes. Nat. Hist. Rep., Zool., 1, 1—54, 1916.

43. Rembiszewski J. M. — *Raja rakusai* sp.n. (Pisces, Rajidae) from the area of Elephant Island (South Shetland Islands) Pol. Polar Res., 1, 1, 95—98, 1980.
44. Rembiszewski J. M. — *Pseudoicichthys australis* (Haedrich, 1966) and *Anotopterus pharao* Zugmayer, 1911, rare fishes from Antarctic waters. Ann. Zool., 36, 12, 241—246, 1981.
45. Rembiszewski J. M. — Płodność, okresy tarła i wylęgu oraz wzrost larw niektórych gatunków ryb Zatoki Admiralicji (King George Island) (w przygotowaniu).
46. Rembiszewski J. M., Krzeptowski M., Linkowski T. B. — Fishes (Pisces) as a by-catch in fisheries of krill — *Euphasia superba* Dana (Euphausiacea, Crustacea). Pol. Arch. Hydrob., 25, 3, 677—695, 1978.
47. Rembiszewski J. M., Zieliński K. — Some interesting fish species from the area of Elephant Island (South Shetland Islands). Pol. Polar Res., 1, 1, 99—102, 1980.
48. Richardson J. — Ichthyology of the voyage H.M.S. "Erebus" and "Terror" under the command of Captain Sir J. C. Ross, London, 1844—1848, 8, 1—139.
49. Roule L., Angel F., Despax R. — Poissons, Deuxième Exp. Antarct. Française (1908—1910) comm. par le Dr J. Charcot, Paris, 1—24.
50. Skóra K. E. — Changes in composition of *Notothenia gibberifrons* Lönnb. population of the shelf of South Georgia in the years 1977—1979. Pol. Polar Res., 1, 4, 155—162, 1981.
51. Skóra K. E. — Biologia wybranych gatunków ryb antarktycznych, Zesz. Nauk. UG, Oceanografia, 7, 1982 (w druku).
52. Skóra K. E., Sosiński J. — O rybach antarktycznych Morza Scotia. Mat. V Symp. Polar GTN - UG - WSM, 2, 129—153, Gdańsk, 1978.
53. Skóra K. E., Sosiński J. — Observations on distribution of the ichthyofauna in the region of Scotia Sea and Antarctic Peninsula. Pol. Polar Res. (w druku).
54. Sosiński J. — Biologia porównawcza kerguelen (*Champscephalus gunnari*, Lönnberg 1905) z różnych rejonów Antarktyki, Stud. Mater. Mor. Inst. Ryb., ser. B, 48, 1—91, 1981.
55. Sosiński J., Kuranty J. — Morze Scotia — nowy rejon połowów ryb polskiego rybołówstwa. Techn. Gosp. Mor., 1, 12—15, 1979.
56. Sosiński J., Skóra K. — Wyniki badań ichthyologicznych prowadzonych na m.t. „Gemini” w czasie II Polskiej Ekspedycji Antarktycznej. Biul. Mor. Inst. Ryb., 5, 23—29, 1977.
57. Sosiński J., Skóra K. — Nowe gatunki ryb przemysłowych rejonu Antarktyki. Biul. Mor. Inst. Ryb., 4, 12—15, 1979.
58. Ślósarczyk W. — Juvenile *Trematomus bernacchi* (Boulenger, 1902) and *Pagothenia brachysoma* (Pappenheim, 1912) (Pisces, Nototheniidae) within krill concentrations off Balleny Islands (Antarctic). Pol. Polar Res., 4 (1—2): 000—000.
59. Ślósarczyk W. — Młociane Notothenioidei (Pisces) w koncentracjach kryla antarktycznego. Polskie Badania Polarne 1970—1982, 10 Symp. Polar., Toruń, Wyd. UMK, (w druku).
60. Ślósarczyk W. — Preliminary estimation of distribution and abundance of juvenile *Nototheniidae* and *Channichthyidae* in shelf waters east of South Georgia. (w przygotowaniu).
61. Ślósarczyk W. — Analiza rozkładów długości i wieku oraz próba określenia wzrostu młocianych *Channichthyidae* występujących w koncentracjach kryla antarktycznego. (w przygotowaniu).
62. Ślósarczyk W., Rembiszewski J. M. — The occurrence of juvenile *Notothenioidei* (Pisces) within krill concentrations in the region of the Bransfield Strait and the southern part of the Drake Passage. Pol. Polar Res., 3 (3—4): 000—000.
63. Ślósarczyk W., Wysokiński A. — Ichthyological and fishery studies of the shelf fishing grounds in the region of Kerguelen Islands (Antarctic). Pol. Polar Res., 1, 4, 173—190, 1980.
64. Vaillant L. — Poissons. Exp. Antarct. Française (1903—1905) command par le Dr J. Charcot. Paris, 1—52, 1906.
65. Waite E. E. — Fishes. Sci. Rep. Australasian Antarct. Exp. 1911—1914, Ser. C., 3, 1, 1—92, 1916.
66. Żukowski C. — Cathes of fishes of the genus *Notothenia* and *Trematomus* at Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands) in the winter—spring season, 1977. Pol. Polar Res., 1, 2—3, 163—167, 1980.

FAUNA DENNA ANTARKTYKI I UDZIAŁ POLAKÓW W JEJ POZNAWANIU

Już wkrótce po odkryciu Antarktydy w pierwszej połowie XIX w., w literaturze zoologicznej zaczęły się ukazywać wzmianki o faunie dennej Antarktyki [33, 44, 90]. Rezultaty słynnej wyprawy oceanograficznej na statku „Challenger” (1872—1876), której trasa przebiegała częściowo na wodach Antarktyki, w znacznym stopniu poszerzyły te wstępne wiadomości, przynosząc obfite informacje o faunie regionów subantarktycznych.

W ślad za bujnym rozwojem naukowej eksploracji Antarktyki w wieku XX nastąpiło znaczne rozszerzenie naszej wiedzy o faunie dennej tego obszaru. Kolejne ekspedycje badawcze na statkach „Belgica” (1897—1899), „Southern Cross” (1898—1900), „Antarctic” (1901—1903), „Gauss” (1901—1903), „Discovery” (1901—1904), „Ssotia” (1902—1904), „Français” (1903—1905), „Pourquoi-Pas?” (1908—1910), „Terra Nova” (1910—1913), „Aurora” (1911—1914), „Discovery II” i „William Scoresby” (1925—1936) oraz „Discovery” (1929—1931), zbierały obfite materiały bentosowe, których opracowanie, często trwające wiele lat lub opóźnione o całe dziesięciolecia, owocowało w końcu licznymi monografiami poszczególnych grup zwierzęcych. Z kilkudziesięciu ważnych opracowań można tu dla przykładu wymienić podstawowe dzieła Watersa [96], Graviera [45], Hartmeyera [50], Koehlera [60], Bouviera [16], Ehlersa [32], Ekmana [34], Barnarda [10, 11], Monro [72], Burtona [18], Nichollsa [73], Fishera [37], Millara [70], Clarka [21] czy Della [30].

Po II wojnie światowej Międzynarodowy Rok Geofizyczny 1957/58 dał szczególnie asumpt do wzmożonej działalności badawczej w Antarktyce. Założenie wielu nowych stacji badawczych i pełniejsze zagospodarowanie już istniejących umożliwiło rozszerzenie badań oceanobiologicznych, które dotąd na stacjach ustępowały zwykle znaczeniem i rozmachem badaniom meteorologicznym czy geofizycznym. Kilkuletnie oceanograficzne prace badawcze na lodolamaczu „Ob” (1955—1958) przyniosły wiele nowych, cennych materiałów zoologicznych, które stosunkowo szybko doczekały się szczegółowych opracowań [61, 64].

Z punktu widzenia znajomości antarktycznego zoobentosu szczególnie godne odnotowania są rezultaty opracowania materiałów zoologicznych, zebranych w czasie XII i XV Francuskich Antarktycznych Ekspedycji (1961—1963 i 1964—1965), [3, 5, 12, 13, 95], znakomicie podsumowane

i zinterpretowane w obszernej monografii Arnauda [6], zawierającej niemal pełny wykaz piśmiennictwa, dotyczącego antarktycznej fauny litoralnej.

Opracowania obfitych materiałów, zebranych głównie przez wyprawy nowozelandzkiego statku „Endeavour” (1958—1960), dokonywane przez wielu wybitnych specjalistów, składają się na sukcesywnie ukazujące się tomy w serii „The Fauna of the Ross Sea” [17, 22, 36, 38].

Szeroko zakrojony amerykański program badań antarktycznych (U.S.A.R.P.), którego częścią składową są niemal coroczne ekspedycje statku „Eltanin”, owocuje wydawaniem serii „Antarctic Research Series”, w której godnymi odnotowania monografiami bentosowych grup zwierzęcych są na przykład dzieła Hartman [48, 49] i Kott [63].

Wreszcie — w ciągu ostatniego ćwierćwiecza — szczególnie wiele informacji o składzie jakościowym i strukturze zoobentosu Antarktyki wniosły wyniki intensywnej działalności badawczej biologów amerykańskich, argentyńskich, australijskich, brytyjskich, chilijskich i radzieckich, działających na takich stacjach, jak McMurdo, Palmer, Arturo Prat, Davis, Signy Island, Almirante Brown, Mirnyj i Mołodiożnaja [14, 15, 20, 23, 25, 26, 35, 39, 40, 41, 46, 47, 67, 89, 91, 94, 98].

Badania ilościowe bentosu antarktycznego zapoczątkowali biologowie radzieccy [15, 94], po raz pierwszy zwracając uwagę na niezwykłą liczebność i biomasę zespołów fauny dennej antarktycznego szelfu. Ten trudny do naukowej eksploatacji rejon doczekał się, jak dotąd, jedynie niewielu opracowań, w których zawarte są dane liczbowe i wagowe, dotyczące bentosu. Wymienić tu można zaledwie kilka prac takich autorów, jak Gallardo i Castillo [40, 41] Hardy [47], White i Robins [98], Dayton i Oliver [23], Gallardo i in. [42] oraz Lowry [67], Richardson i Hedgpeth [89].

Ostatnie lata przyniosły coraz szersze wykorzystanie w tego rodzaju badaniach metody nurkowania swobodnego (SCUBA), której użyteczność nawet w tak trudnych warunkach wykazali już Neushul [73] oraz Gruzov i in. [46]. Dzięki zastosowaniu tej metody w połączeniu z fotografią podwodną stały się możliwe niezwykle interesujące terenowe eksperymenty amerykańskich biologów na dnie zatoki McMurdo, eksperymenty pozwalające na ilościowe oszacowanie ekologicznych współzależności różnych komponentów bentosu antarktycznego [24, 26, 75].

Syntetyczne omówienie obfitych informacji, dotyczących antarktycznego zoobentosu i ogromne już piśmiennictwo z tego zakresu można znaleźć w artykułach przeglądowych takich znawców przedmiotu, jak Knox [58], Hedgpeth [51, 52] czy Dell [31] oraz we wspomnianej już monografii Arnauda [6].

Górny litoral wokół brzegów kontynentu antarktycznego podlega niszczącemu działaniu przesuwających się gór i brył lodowych, toteż strefa między-pływowa, w której tak bujnie rozwija się morski bentos w innych szerokościach geograficznych, jest tu bardzo uboga w organizmy denne. W litoralu Antarktydy ta strefa zasiedlona jest głównie latem przez zwierzęta wagiłne. Odrzuwający się od dna lód kotwiczny również niekorzystnie działa na zasiedlenie dna przez organizmy, nawet do głębokości 30 m. Dopiero poniżej głębokości kilkunastu metrów antarktyczny bentos rozkwita bogactwem form i osobników. Niszczący efekt lodu jest już znacznie mniejszy w północnej

części Półwyspu Antarktycznego i na Szetlandach Południowych czy Orkadach Południowych, gdzie organizmy zwierzęce można napotkać nawet w strefie oprysku np. ślimaka czareczkę — *Nacella concinna*.

Antarktyczne lodowce wnoszą do oceanu duże ilości gruboziarnistych osadów terygeniczych, w tym wielkich brył skalnych i kamieni. Rezultatem tej działalności lodowców jest wielka mozaikowość warunków edaficznych na dnie szelfu antarktycznego i co za tym idzie — duża różnorodność siedlisk. Dzięki gruboziarnistym osadom znacznie zwiększają się możliwości zasiedlania dna przez faunę sesylną. Litoral antarktyczny zawdzięcza też znaczne urozmaicenie siedlisk bujnemu rozwojowi zarośli wielkich, często kilkumetrowych brunatnic, takich jak np. *Himanotothallus grandifolius* czy *Desmarestia menziesii*, które w wielu miejscach, na głębokościach od kilku do kilkudziesięciu metrów, tworzą prawdziwe lasy podwodne [6, 30, 50, 57].

Bentos antarktyczny odznacza się kilkoma cechami szczególnymi, często dość zaskakującymi. Po pierwsze uwagę zwraca nieoczekiwane bogactwo jakościowe fauny dennej tych tak niegościnnie zimnych wód. Należy się zgodzić z Koltunem [62], że to bogactwo jakościowe większości podstawowych grup zwierzęcych nadaje faunie antarktycznej „subtropikalne piętno”. Liczba gatunków poszczególnych grup zoobentosu antarktycznego jest duża i szacunkowo wynosi dla gąbek (*Porifera*) — 300 gat., słuźbiopławów (*Hydrozoa*) — 170 gat., wieloszczetów (*Polychaeta*) — 450 gat., ślimaków (*Gastropoda*) — 250 gat., małży (*Bivalvia*) — 80 gat., kikutnic (*Pycnogonida*) — 100 gat., obunogów (*Amphipoda*) — 500 gat., równonogów (*Isopoda*) — 150 gat., mszywiolów (*Bryozoa*) — 300 gat., rozgwiazd (*Asteroidea*) — 100 gat., jeżowców (*Echinoidea*) — 40 gat., węzowideł (*Ophiuroidea*) — 70 gat., strzykw (*Holothurioida*) — 40 gat., i żachw (*Ascidacea*) — 100 gat. — aby wymienić tylko najważniejsze grupy zoobentosu [6, 19, 30, 59, 63, 64, 68, 79].

Należy przy tym zwrócić uwagę na fakt, że corocznie stosunkowo wiele gatunków antarktycznych jest opisywanych jako nowe dla nauki. Dla przykładu w subantarktycznych i antarktycznych materiałach gąbek złowionych przez radziecką ekspedycję na lodołamaczu „Ob”, wśród ogółu 230 gatunków — 23 formy (czyli 10%) opisano jako nowe dla wiedzy [61]; wśród 95 gatunków *Isopoda* i *Tanaidacea*, zebranych w tej samej ekspedycji, nowymi dla nauki były aż 22 formy [64]. W pracy Bellan-Santini [13], na 54 omawiane gatunki *Amphipoda* z Ziemi Adeli, 10 jest nowoopisanych; w dwu pracach Thurstona [91, 92], dotyczących *Amphipoda* zachodniej Antarktyki, wśród 104 wyróżnionych gatunków było 18 form nowych dla nauki, zaś praca Watlinga i Holman [97] o trzech tylko rodzinach antarktycznych *Amphipoda* przynosi 9 nowych gatunków na ogólną liczbę 16 omawianych form.

Grupami o szczególnie dużym zróżnicowaniu gatunkowym w Antarktyce są przede wszystkim planktonofagi i sestonofagi, korzystające z obfitego deszczu żywych i martwych organizmów planktonowych — a zatem gąbki, słuźbiopławy, mszywioly, osiadłe wieloszczety czy żachwy. Bogate w gatunki są również grupy, w których pospolitym sposobem odżywiania się jest detrytusozerność lub też nekrofagia fakultatywna bądź obligatoryjna [4]; wymienić tu można obunogi, równonogi, kikutnice, rozgwiazdy i węzowidła. Z drugiej strony charakterystycznym rysem fauny dennej Antarktyki jest skrajne ubóstwo skorupiaków dziesięcionogich (*Decapoda*), przy całkowitym

braku krabów (*Brachyura*); całkowicie brak też w Antarktyce całego skorupiakowego rzędu *Stomatopoda*. Głownogi, a szczególnie ośmiornice, też należą do grup ubogich w gatunki.

Uderzający jest wysoki stopień endemizmu w niemal wszystkich głównych grupach zwierzęcych, sięgający nierzadko 80—90%, a w większości grup przekraczający 65% [31, 59]. Duże zróżnicowanie gatunkowe antarktycznej fauny dennej, jak i ów znaczny endemizm, dowodnie świadczą o stopniu izolacji Antarktyki i starożytności jej ekosystemów. Klimat Antarktyki był tropikalny aż do okresu jurajskiego i stopniowo ochładzał się aż do miocenских zlodowaceń. Według George'a [43] zimnolubny bentos antarktyczny można uznać za relik z epoki miocenu.

Warto przy okazji nadmienić, że w miarę poznawania fauny antarktycznej coraz trudniej znaleźć przykłady biopolarnego występowania gatunków [31, 52]; wątpliwości budzi m.in. prawdziwość podręcznikowego przykładu bipolarnego występowania priapulidy *Priapulius caudatus*. W rzeczywistości w grę wchodzi tu para pokrewnych gatunków — *P. caudatus* i *P. tuberculatospinosus*.

Szelf antarktyczny jest tzw. szelfem pogrążonym i sięga 400—500 m głębokości. Niemal jednorodna temperatura wody od abysalu aż do wód przybrzeżnych, wraz ze słabo zaznaczonym przejściem od szelfu do wód głębszych, sprawia, że niektóre grupy zwierzęce, znane gdzie indziej jedynie z wód głębokich, tutaj spotykane są pospolicie również w wodach stosunkowo płytkiego litoralu. Typowym przykładem są tu gąbki szklane (*Hexactinellida*).

Jednorodność warunków fizycznych, panujących w wodach otaczających Antarktydę, powoduje, że fauna bentosowa zdominowana jest przez gatunki cyrkumantarktyczne. W miarę przybywania informacji coraz więcej gatunków, znanych dotąd jedynie z pojedynczych stanowisk, okazuje się mieć właśnie takie rozmieszczenie.

Przy dużym zróżnicowaniu gatunkowym większości grup zwierzęcych rzuca się w oczy fakt, że populacje niektórych gatunków osiągają znaczną liczebność, wyraźnie dominując nad innymi gatunkami. Do takich bardzo charakterystycznych form antarktycznego bentosu, łowionych niekiedy tysiącami, należą nekrofagiczne obunogi (*Amphipoda*) z rodzaju *Orchomene* oraz *Waldeckia obesa* (rys. 1) fitofilny obunóg *Prostebbingia gracilis*, drobne ślimaki z rodzajów *Eatoniopsis*, *Subonoba*, *Ovirissoa* czy *Laevilitorina* bądź takie szkarłupnie, jak rozgwiazda *Odontaster validus* (rys. 2) i jeżowiec *Sterechinus neumayeri*. Arnaud [3] stwierdził na przykład w zbiorze *Echinodermata* z Ziemi Adeli 1100 osobników *S. neumayeri*, co stanowiło 85% wszystkich zebranych jeżowców, oraz 736 osobników *O. validus* (87% wszystkich rozgwiazd).

Godny uwagi jest duży udział w bentosowej faunie Antarktyki gatunków zwierząt ochraniających potomstwo. Dobrym przykładem jest tu bujny rozwój takich grup z reguły ochraniających zarodki w komorach lęgowych, jak *Amphipoda* i *Isopoda*, przy jednoczesnym ubóstwie *Decapoda* i braku *Stomatopoda* — skorupiaków typowo rozwijających się poprzez pelagiczne stadia larwalne. Ponadto stosunkowo często spotykana jest w Antarktyce żyworodność lub zastępowanie larwy pelagicznej przez larwę demersalną w tych grupach zwierzęcych, w których powszechnym i typowym sposobem rozrodu



Rys. 1. Nekrofagiczny obunóg—*Waldeckia obesa*. Fot. J. Siciński



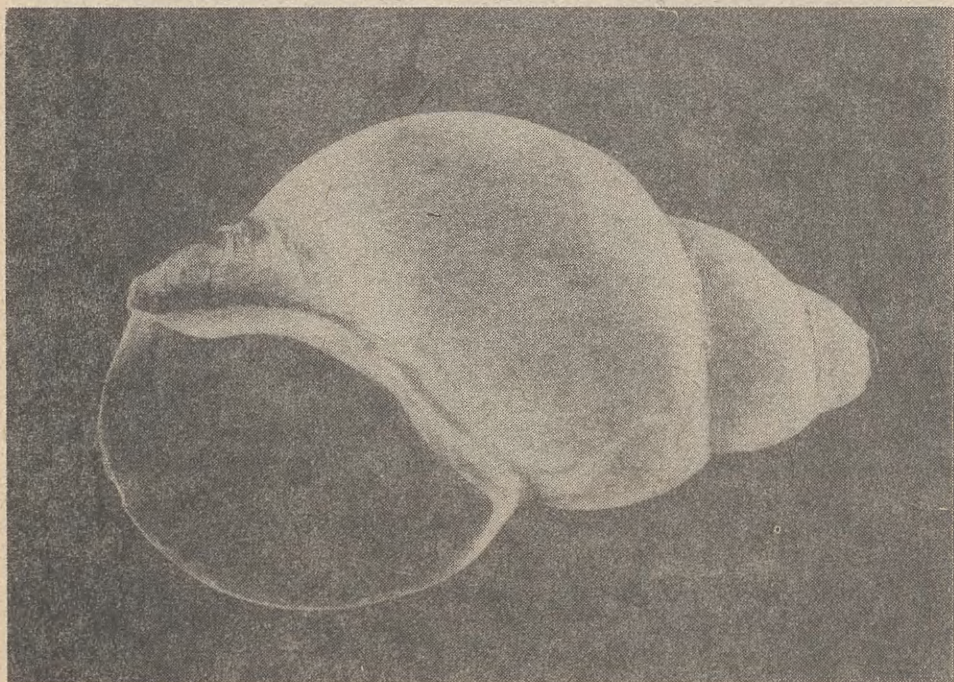
Rys. 2. Najpospolitsza rozgwiazda Antarktyki — *Odontaster validus*. Fot. J. Marczak

jest jajorodność i rozwój z pelagicznym stadium larwalnym. Zjawisko to obserwuje się szczególnie u gąbek, szkarłupni i zachw [6, 7, 31].

Arnaud [7], w obszernym przeglądzie adaptacji antarktycznych organizmów bentosowych, podkreśla wyjątkową powszechność nekrofagii oraz wielo- lub wszystkożerności wśród zwierząt dennych Antarktyki. Zdaniem tego autora



Rys. 3. Olbrzymi nekrofagiczny wstężniak — *Parborlasia corrugatus*. Fot. J. Marczak



Rys. 4. Nekrofagiczny ślimak przodoskrzelny — *Neobuccinum eatoni*. Fot. J. Marczak



Rys. 5. *Glyptonotus antarcticus* — wielki nekrofagiczny równonóg. Fot. J. Marczak

jest to bardzo ekonomiczny sposób odżywiania się, pozwalający organizmom zredukować do minimum energię zużywaną na zdobywanie pokarmu. Bardzo typowymi i pospolitymi nekrofagami wód antarktycznych są np. wstężniaki *Parborlasia corrugatus* (rys. 3), ślimak przodoskrzelny *Neobuccinum eatoni* (rys. 4), równonóg *Glyptonotus antarcticus* (rys. 5), obunogi — *Orchomene plebs*, *Orchomene rossi*, *Waldeckia obesa* (rys. 1), *Cheirimedon femoratus*, rozgwiazdy — *Odontaster validus* (rys. 2), *Cuenotaster involutus*, *Diplasterias brucei*. Wiele z tych gatunków przejawia nekrofagiczne zwyczaje jedynie w okresie zimy antarktycznej (nekrofagia fakultatywna).

Szczególne przystosowania fizjologiczne bezkręgowców i ryb Antarktyki w związku z ich bytowaniem w warunkach skrajnie niskich temperatur obszernie zreferował Rakusa-Suszczewski [84], wyróżniając wśród organizmów oligostenotermicznych, znanych również z innych zimnych wód, grupę form hypostenotermicznych, które zamieszkują jedynie wody antarktyczne.

W ekosystemie Antarktyki jaskrawo zaznacza się zjawisko gigantyzmu w wielu grupach zwierzęcych [6, 7, 27]. Arnaud [7] podkreśla przy tym, że gigantyzm ów obserwowany jest jedynie w tych grupach, w których wzrost nie jest hamowany przez związane z bardzo niskimi temperaturami trudności organizmów w odkładaniu soli wapniowych. Istotnie, antarktyczne ślimaki, małże i ramienionogi mają najczęściej bardzo delikatne muszle i z reguły są organizmami drobnymi lub średniej wielkości. Już jednak bezmuszlowe ślimaki z grupy *Nudibranchia* prezentują się okazale, a w takich grupach jak *Porifera*, *Nemertini*, *Crustacea* czy *Asciidiacea* mamy do czynienia z prawdziwymi olbrzymami. De Broyer [27] obliczył, że wśród antarktycznych

Amphipoda 31% gatunków osiąga rozmiary większe niż średnia wielkość danego rodzaju, zaś prawie 12% gatunków to „giganty”, osiągające wielkość ponad 2-krotnie większą niż średnia dla rodzaju. Jednym z najokazalszych równonogów znanych nauce jest jeden z pierwszych opisanych gatunków bentosowych Antarktyki — *Glyptonotus antarcticus* (rys. 5). Bez wątpienia każdy biolog pracujący w Antarktyce zetknął się z ogromnym, ponad metrowej długości i parocentymetrowym przekroju wstężniakiem — *Parborlasia corrugatus* (rys. 3). Badania emrykańskich pletwonurków w zatoce McMurdo ujawniły gigantyczne gąbki z rodzajów *Rossella* i *Scolymastra*. Niektóre z nich sięgały 2 m wysokości i 1,5 m średnicy [24, 26]. Wreszcie niedawno, również w zatoce McMurdo, odkryto niezwykle, prawie 4 cm długości, drzewkowate *Foraminifera* [66].

Jako przyczyny osiągania tak imponujących rozmiarów wymienia się zwykle powolne tempo rozwoju i wzrostu w powiązaniu z długowiecznością, którą z kolei niektóre przynajmniej organizmy zawdzięczają niskiemu „ciśnieniu” drapieżnictwa [7]. Pearse [78] obliczył, że stosunkowo niewielka antarktyczna rozgwiazda *Odontaster validus* (rys. 2) może żyć ponad 100 lat, zaś wiek wspomnianych już olbrzymich gąbek z rodziny *Rossellidae* należy liczyć w stuleciach [24]. Warto tu nadmienić, że na wielkość tych gąbek krzemionkowych, a także niektórych ogromnych okrzemek (np. z rodzaju *Triceratium*) wpływa obfitość jonu krzemianowego w wodach Antarktyki [7].

Jak już wspomniano, liczebność i biomasa organizmów bentosowych, przypadająca na jednostkę powierzchni dna szelfu antarktycznego, jest bardzo duża. Niezwykle wprost liczebności zoobentosu stwierdzili Dayton i Oliver [23] w litoralu zatoki McMurdo maksymalnie ponad 150 tys. osobników na 1 m². Mniejsze, lecz również imponujące, zagęszczenie fauny dennej napotkali Richardson i Hedgpeth [89] w Arthur Harbor (Palmer Station, wyspa Anvers) — do 86 tys. osobników na 1 m². Zagęszczenie do kilkunastu tysięcy osobników na 1 m² spotykali w swych badaniach bentosu Szetlandów Południowych Gallardo i in. [42] oraz Mills i Hessler [71]. Zagęszczenie biomasy zoobentosu, notowane w różnych częściach antarktycznego litoralu, jest również niezwykle. Autorzy radzieccy, [15, 46, 82, 94] u brzegów Antarktydy wschodniej na głębokościach poniżej 30 m, stwierdzili maksymalne wartości, sięgające 3000 g mokrej masy organizmów zwierzęcych, zasiedlających 1 m² dna. Zaś Andriašev [2] podaje dla litoralu Morza Dajwa koło wyspy Haswell maksymalną biomasę sięgającą nawet do 6000 g/m²! Duże wartości napotkali również u brzegów Orkadów Południowych (wyspa Signy, zatoka Borge) White i Robins [98], rejestrując na dnie skalistym nawet 4200 g/m². Tak znaczne wartości charakteryzowały zespół zwierzęcy zdominowany przez gąbki, organizmy osiągające w Antarktyce duże rozmiary i masę. Zespoły o przewadze innych, mniejszych organizmów, szczególnie zespoły dna miękkiego, osiągały zwykle mniejsze, choć również stosunkowo znaczne, zagęszczenia. I tak Gallardo i Castillo [39] na kilkudziesięciometrowych głębokościach w zatoce Chile (wyspa Greenwich, Szetlandy Południowe) stwierdzili średnio 170 g/m², a Mills i Hessler [71] w kilku próbkach pobranych z mulistego dna różnych zatok Szetlandów Południowych z głębokości 50—150 m stwierdzili biomasę do 217 g/m². Większe wartości

zarejestrował Hardy [47] na dnie piaszczysto-mulistym i mulistym płytkiego (3—35 m) litoralu zatoki Borge (wyspa Signy, Orkady Południowe), mianowicie od około 300 do prawie 800 g/m². Danych tego rodzaju jest wciąż jeszcze niewiele. Jednak przytoczone wyżej wyniki wskazują, że bentos litoralu antarktycznego wyraźnie przewyższa średnią i maksymalną liczebnością i biomasą bentos litoralu Arktyki [52, 59, 69]. Przy tym, co charakterystyczne, grupami dominującymi pod względem biomasy w bentosie Antarktyki są przede wszystkim *Porifera*, *Bryozoa* i *Echinodermata*, zaś w bentosie Arktyki na plan pierwszy wysuwają się *Bivalvia*, *Gastropoda* i *Polychaeta*; te ostatnie zresztą i w bentosie Antarktyki mają niekiedy znaczny udział [67].

Reasumując można zatem stwierdzić, że bentos antarktyczny cechują: 1) wielkie bogactwo jakościowe i ilościowe fauny, 2) dominacja form sesto- i nekrofagicznych, 3) znaczny stopień endemizmu większości grup zwierzęcych, 4) wyjątkowo rozpowszechnione zjawisko gigantyzmu w wielu grupach zwierzęcych.

Jak na tym tle przedstawia się polska działalność w dziedzinie badań bentosu oceanu antarktycznego?

Polscy biolodzy znaleźli się w Antarktyce po raz pierwszy w 1968 r. kiedy to na radzieckiej Stacji Mołodiożnaja (Antarktyda Wschodnia, Ziemia Enderby) zimowali S. Rakusa-Suszczewski i K. Opaliński (I Wyprawa Polskich Biologów na Antarktydę — I PABE). Materiałem ich fizjologicznych i populacyjnych badań były między innymi zwierzęta bentosowe, nade wszystko pospolity w górnym litoralu obunóg *Paramoera walkeri* (rys. 6). Prace tego typu były kontynuowane na Stacji Mołodiożnaja przez następną grupę Polaków (II PABE — 1971/72). Rezultatem tych badań były publikacje głównie z zakresu fizjologii morskich zwierząt antarktycznych; kilka z tych prac stanowi istotny wkład w wyjaśnienie funkcjonowania antarktycznych



Rys. 6. *Paramoera walkeri* — pospolity płytkowodny, cyrkumantarktyczny obunóg, obiekt kilku prac polskich biologów. Fot. J. Siciński



Rys. 7. Krzysztof Jażdżewski i niemiecki geofizyk w czasie pobierania próbek bentosowych w Zatoce Alaszejewa w okolicy Stacji Mołodiożnaja (1974 r.). Fot. A. Helbig

zespołów litoralnych [57, 76, 83, 84, 87, 88]. Dwie wyżej wspomniane wyprawy zapoczątkowały również kolekcję antarktycznych obunogów, kolekcję uzupełnioną w latach późniejszych przez autora niniejszego opracowania. W antarktycznym sezonie letnim 1973/74 kolejna grupa polskich biologów pracowała w Stacji Mołodiożnaja. Oprócz badań fizjologicznych, dokonywano różnymi metodami połowów fauny dennej płytkiego litoralu Zatoki Alaszejewa (rys. 7). Wstępne wyniki opracowania tego materiału autor przedstawił w artykule przeglądowym [53] oraz w referacie na V Sympozjum Polarnym [54]. Ogółem określono ponad 60 taksonów morskich bezkręgowców. Po raz pierwszy stwierdzono przy brzegach Ziemi Enderby 3 gatunki ślimaków, 1 gatunek równonoga i około 10 gatunków obunogów, w tym gatunki w ogóle bardzo rzadkie; w kilku przypadkach materiał ten posłużył do redeskrpcji słabo poznanych gatunków [29]. W zebranych wówczas materiałach znalazł się również nowy dla nauki gatunek obunoga, opisany przez De Broyera [28] pod nazwą *Monoculodes jażdżewskii* (*Amphipoda*, *Oedicerotidae*).

Zimowanie S. Rakusy-Suszczewskiego na amerykańskiej stacji Mc Murdo w 1974 r. zaowocowało m.in. pracą na temat biologii i fizjologii jednego z najważniejszych składników bentosu antarktycznego — obunoga *Orchomene plebs* [86].

I Polska Antarktyczna Morska Wyprawa Badawcza (I PAMRE) w sezonie 1975/76 miała na celu badania pelagialu. Biorącemu w niej udział autorowi udało się również wzbogacić wspomnianą wyżej kolekcję antarktycznych *Amphipoda* próbkami dennymi, pobranymi w okolicy Palmer Station (wyspa Anvers) oraz Georgii Południowej. Wyniki opracowania tych próbek oraz

części innych materiałów zebranych w 1981 r., które przyniosły m.in. redeskrpcje kilku rzadkich gatunków, włączone są do pracy De Broyera i Jażdżewskiego [29]. W czasie trwania tej wyprawy (I PAMRE) wykonano również pracę na temat fizjologii oddychania kilku gatunków obunogów antarktycznych, w tym również związanego z bentosem *Byblis securiger* [77]. W zbiorach tejże wyprawy znalazł się również bardzo ciekawy okaz skorupiaka dziesięcionogiego *Thymops birsteini*, złowiony u brzegów Georgii Południowej; zasięg występowania tego rzadkiego gatunku okazał się tym samym znacznie rozleglejszy niż dotychczas sądzono [9].

Badania bentosu antarktycznego na szeroką skalę rozpoczęli polscy biolodzy dopiero w 1977 r. po otwarciu Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego (Szetlandy Południowe). Zimujący w pierwszej grupie P. Presler przez rok zbierał materiały przy użyciu chwytaczy dna, dragi, włoka i siatek z przynętą (rys. 8). Ten bardzo



Rys. 8. Piotr Presler z pułapkami do zbioru nekrofagów na lodzie Zatoki Admiralicji (1977 r.). Fot. P. Presler

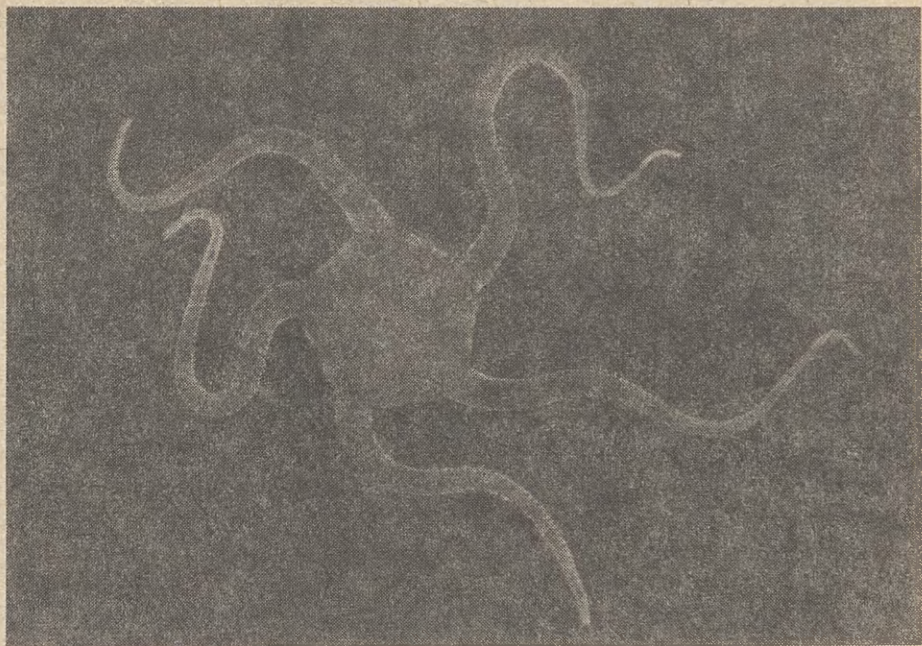
obfity materiał został następnie uzupełniony przez innych pracowników Zakładu Zoologii Ogólnej Uniwersytetu Łódzkiego — W. Kittela, ponownie P. Preslera, J. Sicińskiego i K. Jażdżewskiego w czasie sezonowych pobytów na Polskiej Stacji Antarktycznej w latach 1977/78, 1979/80 i 1981 w ramach Polskich Wypraw Antarktycznych II i IV oraz międzynarodowej ekspedycji BIOMASS - FIBEX. Zebrany materiał pochodzi prawie wyłącznie z Zatoki Admiralicji — największej zatoki Wyspy Króla Jerzego. Akwen ten w pełni reprezentuje ekosystem antarktyczny z jego różnorodnymi siedliskami [85].

Materiał zgromadzony przez nas jest obfity i — jeśli idzie o badania jakościowe — w pełni reprezentatywny. 54 próbki, pobrane czerpaczem dna Van Veena na trzech przekrojach do głębokości ponad 200 m, pozwalają na wstępne rozpoznanie ilościowego zasiedlenia dna Zatoki Admiralicji przez organizmy denne. Ze względu na rozległość akwenu (ponad 130 km²) nie można tych badań uznać za wystarczające, choć ten materiał jest jednym z najbogatszych materiałów ilościowych zebranych w Antarktyce. Różnorodność fauny i egzotyka rejonu badań sprawia, że dalko jeszcze do opracowania zadowalającej choćby listy gatunkowej nawet tylko podstawowych grup zwierzęcych. Dzięki pomocy francuskich specjalistów, takich jak F. i P.M. Arnaud oraz D. Bellan-Santini udało się dotąd określić m.in. blisko 80 gatunków mięczaków, około 40 gatunków skorupiaków, około 30 gatunków szkarłupni, ponad 35 gatunków wieloszczetów i 5 gatunków kikutnic. Wiele z tych gatunków, głównie mięczaków i skorupiaków obunogich, zostało po raz pierwszy wykazanych w faunie Szetlandów Południowych. Jeden obunóg z rodziny *Synopiidae* okazał się nowym dla nauki rodzajem i gatunkiem i jest w trakcie opisywania (Jażdżewski, niepubl.). Informacje o niektórych bentosowych gatunkach *Amphiopoda* Zatoki Admiralicji zamieszczono w notatce o pokarmie pingwinów Wyspy Króla Jerzego [55].

Ostatnio polscy badacze donieśli również o znalezieniu w Zatoce Admiralicji dwu gatunków pióroskrzelców z rodzaju *Cephalodiscus* (*Hemichordata*, *Pterobranchia*) [93] oraz czterech gatunków ośmiornic [65], z których dwa, *Thaumeledone brevis* oraz *Megaeledone senoi*, zostały po raz pierwszy znalezione w Antarktyce Zachodniej.

Badania zoobentosu Zatoki Admiralicji, rozpoczęte i realizowane głównie przez pracowników Zakładu Zoologii Ogólnej Uniwersytetu Łódzkiego, prowadzone są w trzech zasadniczych kierunkach. Po pierwsze zmierza się do jakościowego opracowania przynajmniej podstawowych grup zwierzęcych. Jest to niestety zadanie bardzo długofalowe. Po drugie dążymy do jakościowego i ilościowego opracowania fauny nekrofagicznej bezkręgowców tego akwenu i do oceny ich roli w ekosystemie antarktycznym. Po trzecie wreszcie, bazując na materiałach zebranych ilościowo, zamierzamy przedstawić zróżnicowanie zagęszczenia fauny dennej na wybranych przekrojach przez Zatokę Admiralicji. Wstępne wyniki dotychczasowych badań były prezentowane w referatach na VI i VIII Sympozjach Polarnych [80, 81] bądź też znajdują się w druku [56].

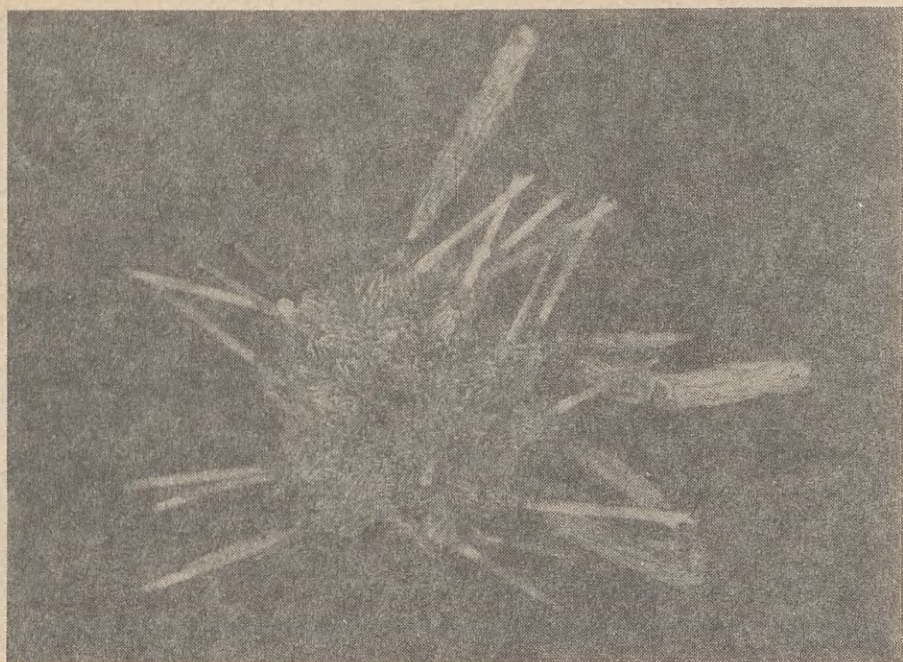
Podobnie jak w całej Antarktyce, tak i w Zatoce Admiralicji do gatunków najpospolitszych należą wśród nekrofaagów wielki wstęźniak *Parborlasia corrugatus* (rys. 3), stosunkowo duży ślimak *Neobuccinum eatoni* (rys. 4), obunogi: *Cheirimedon femoratus*, *Orchomene plebs* i *Waldeckia obesa* (rys. 1) oraz szkarłupnie: *Odonotaster validus* (rys. 2) i *Ophionotus victoriae* (rys. 9). Z innych pospolitych form można wymienić osiadłego wieloszczeta *Maldane sarsi antarctica*, ślimaki z rodzajów *Laevilitorina*, *Laevilacunaria* i *Chlanidota*, masowo występującego małża *Mysella charcoti* i innego sporego małża — *Laternula elliptica*, dalej obunogi: *Pontogeneiella brevicornis*, *Bovallia gigantea*, *Prostebbingia gracilis*, *Hippomedon kergueleni* i *Eurymera monticulosa*, kilka gatunków równonogów z rodzaju *Serolis* (rys. 10) oraz jeżowca *Sterechinus neumayeri*. Rzadszymi i okazałymi, bądź skądinąd interesującymi



Rys. 9. *Ophionotus victoriae*, pospolite nekrofagiczne węzowidło. Fot. J. Marczak



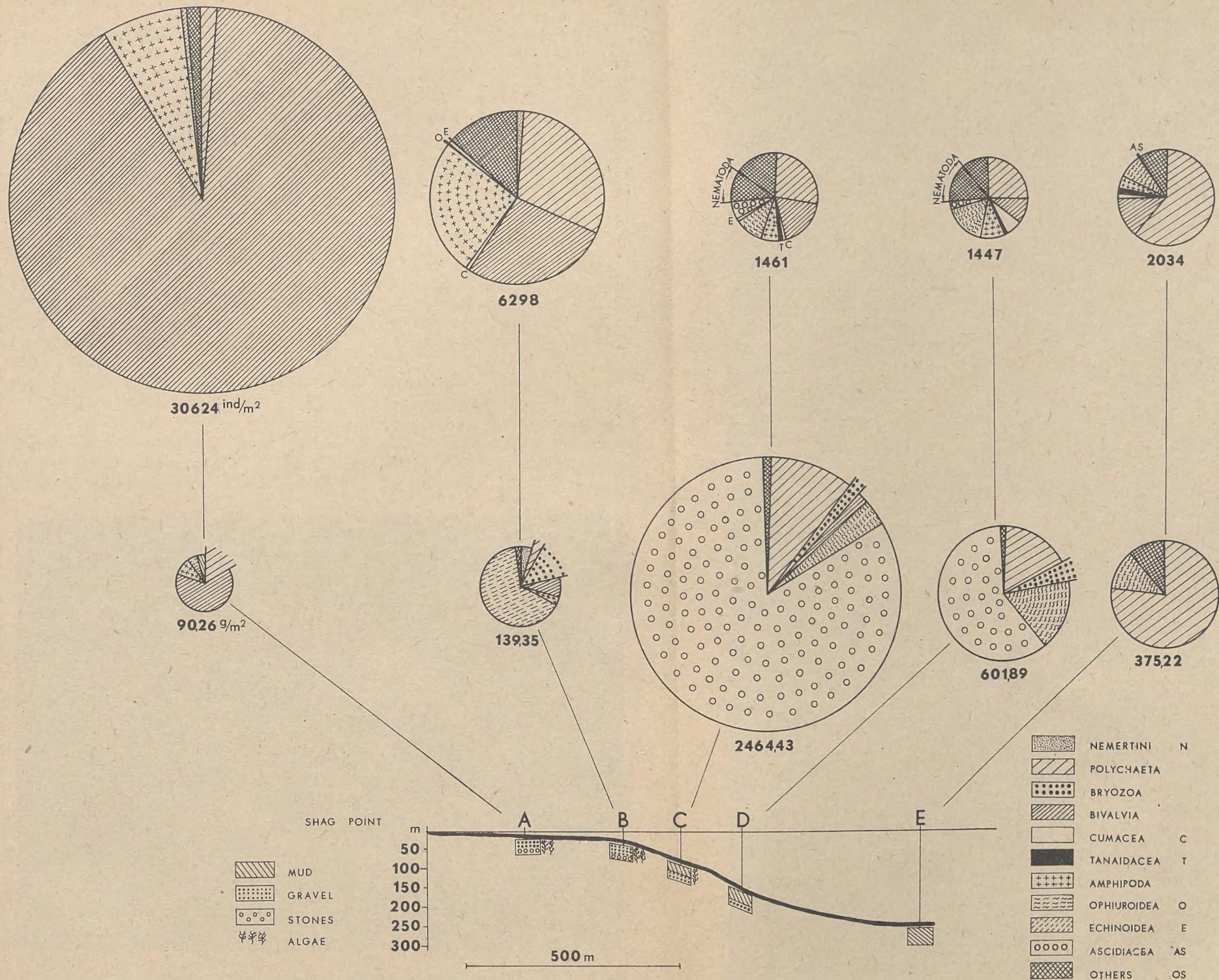
Rys. 10. Równonóg z rodzaju *Serolis*. Fot. J. Marczak



Rys. 11. Jeżowiec z rodzaju *Ctenocidaris* z kolcami porośniętymi gąbką. Fot. J. Marczak



Rys. 12. Wieloramienna rozgwiazda *Labidiaster annulatus*. Fot. J. Marczak



Rys. 13. Zasiędlenie dna Zatoki Admiralicji przez różne grupy zwierzęce w pobliżu Polskiej Stacji Antarktycznej wg Preslera i in. [80]

gatunkami, są: równonóg *Glyptonotus antarcticus* (rys. 5), dwa gatunki krewetek — *Chorismus antarcticus* i *Notocrangon antarcticus*, jeżowce z rodzaju *Ctenocidaris* (rys. 11), wieloramienna rozgwiazda *Labidiaster annulatus* (rys. 12) czy wreszcie jeden z największych ślimaków Antarktyki — *Harpovoluta charcoti*, zawsze znajdowany z symbiotycznym ukwiąłem — *Isosicyonis alba* [8].

Ubocznym, lecz ciekawym i ważnym rezultatem polskiej wyprawy w ramach programu BIOMASS - FIBEX, była kolekcja fauny dennej z najgłębszej partii Zatoki Admiralicji. W dwu zaciągach dokonanych włókiem dennym z pokładu statku r/v „Profesor Siedlecki” na głębokości 400—500 m uwagę zwracały liczne, czarno-brunatne wieloszczety z rodzaju *Aglaophamus* oraz zielone szczetnice (*Echiurida*). Wśród skorupiaków natomiast rzucały się w oczy duże krewetki *Notocrangon antarcticus* oraz różowo-czerwone obunogi — *Eusirus perdentatus* (rys. 14). Ten ostatni gatunek zasługuje na szczególną uwagę. Złowione osobniki wyróżniały się wyjątkowo dużymi rozmiarami. Najokazalszy osobnik ma 88 mm, co stawia go w rzędzie największych obunogów fauny światowej. *E. perdentatus* okazał się też największym przedstawicielem rodziny *Eusiridae*. Jest to kolejne potwierdzenie tezy o rozpowszechnieniu gigantyzmu wśród zwierząt Antarktyki.

Przykład wyników badań ilościowych [81], przedstawiony w niniejszym artykule na rysunku 13 pokazuje, że, zgodnie z dotychczasowymi informacjami o bentosie antarktycznym, fauna litoralu Zatoki Admiralicji ilościowo jest bardzo bogata. Stwierdzone w naszych badaniach liczebności organizmów dennych sięgają ponad 30 tys. osobników na 1 m² dna, zaś zagęszczenie



Rys. 14. Olbrzymi obunów *Eusirus perdentatus* (86 mm długości). Poniżej, dla porównania, 2 osobniki największego bałtyckiego obunoga — *Gammarus oceanicus* (22 mm). Fot. J. Marczak

biomasy osiągało maksymalnie blisko 2500 g/m², wynosząc średnio kilkaset gramów mokrej masy na 1 m² dna. Jak należało oczekiwać i tutaj dominującymi grupami były osiadłe bądź mało wagilne sestonofagi — *Ascidacea*, *Bryozoa*, *Polychaeta* — *Sedentaria* czy *Bivalvia* oraz detrytusożerne bądź nekrofagiczne szkarłupnie i obunogi. Należy przy tym jednak podkreślić wyjątkowo duży udział drobnych małży w zespołach dennych Zatoki Admiralicji.

Bogate zbiory bezkręgowców dennych Zatoki Admiralicji, przechowywane w Zakładzie Zoologii Ogólnej UŁ, są stopniowo opracowywane. Przyniesie to z pewnością jeszcze wiele interesujących informacji o faunie bentosowej Antarktyki, włącznie ze spodziewanymi, nowymi dla nauki gatunkami.

Ze względu na dopiero niedawne włączenie się polskich biologów w badania bentosu Antarktyki, przedstawiony wyżej ich dorobek naukowy w tym zakresie nie jest jeszcze zbyt obfity, niemniej można go już uznać za znaczący. Spora liczba realizowanych i zaawansowanych tematów pozwala mieć nadzieję na rychłe poważne powiększenie tego dorobku.

LITERATURA

1. Andres H. G. — *Gammaridea (Amphipoda, Crustacea) der Antarktis — Expedition 1975/76. Auswertung der Dauerstation südlich von Elephant Island*. Meeresforsch. 27, 88—102, 1979.
2. Andrijašev A. P. — *The problem of life community associated with the Antarctic fast ice*. [In:] Symposium on Antarctic Oceanography, Santiago, Chile, 13—16 September 1966, 147—155, Scott Polar Research Institute, Cambridge, England, 1968.
3. Arnaud P. M. — *Echinodermes littoraux de Terre Adélie (Holothuries exceptées) et Pélécy-podes commensaux d'Échinides antarctiques*. Exp. pol. franç., Publ., 258, 1—72, 1964.
4. Arnaud P. M. — *Frequency and ecological significance of necrophagy among the benthic species of Antarctic coastal waters*. [In:] Antarctic Ecology, ed. M. W. Holdgate, 1, 259—266, Academic Press, London, New York, 1970.
5. Arnaud P. M. — *Invertébrés marins de XII^e et XV^e Expéditions Antarctiques Françaises en Terre Adélie. 8. Gastéropodes Prosobranches*. Téthys, Suppl. 4, 105—134, 1972.
6. Arnaud P. M. — *Contribution à la bionomie marine benthique des régions antarctiques et subantarctiques*. Téthys 6, 465—656, 1974.
7. Arnaud P. M. — *Adaptations within the Antarctic Marine Benthic Ecosystem*. [In:] Adaptations Within Antarctic Ecosystems, Proc. Third SCAR Symposium on Antarctic Biology, ed. G. A. Llano, 135—157, Smithsonian Institution, Washington, 1977.
8. Arnaud P. M. — *Observations écologiques et biologiques sur le Volutidae antarctique Harpovoluta charcoti (Lamy, 1910) (Gastropoda prosobranchia)*. Haliotis 7, 44—46, 1976—1978.
9. Arnaud P. M. — *Thymops birsteinii (Zarenkov et Semenov, 1972) (Crustacea Decapoda Nephropidae) et sa prédation par Dissostichus eleginoides Smitt, 1898) Pisces Nototheniidae) en Géorgie du Sud*. Téthys 10 (1), 37—38, 1981.
10. Barnard K. H. — *Crustacea. 11. Amphipoda*. Brit. Ant. ("Terra Nova") Exp. 1910, Zool. 8, 307—454, 1930.
11. Barnard K. H. — *Amphipoda*. Discovery Rep. 5, 1—326, 1932.
12. Bellan G. — *Invertébrés marins de XII^e et XV^e Expéditions Antarctiques Françaises en Terre Adélie. 4. Polychètes des Terres Australes et Antarctiques Françaises, 1. Téthys, Suppl. 4, 61—82, 1972.*

13. Bellan-Santini D. — *Invertébrés marins de XIF^e et XV^e Expéditions Antarctiques Françaises en Terre Adélie. 10. Amphipodes Gammariens*. Téthys, Suppl. 4, 157—237, 1972.
14. Bellisio N. B., Lopez R. B., Tomo A. P. — *Distribucion vertical de la fauna bentonica en tres localidades antarcticas: Bahia Esperanza, isla Petermann y archipelago Melchior*. Inst. ant. argent., Contrib. 142, 1—87, 1972.
15. Beljaev G. M., Ušakov P. V. — *Nekotorye zakonomernosti količestvennogo raspredelenija donnoj fauny v vodach Antarktiki*. Dokl. Akad. Nauk SSSR 112, 137—140, 1957.
16. Bouvier E. L. — *Pycnogonides du „Pourquoi — pas?“*. Deux. Exp. Ant. Franç. 1908—1910, 1—169, 1913.
17. Bullivant J. S., Dearborn J. H. — *The fauna of the Ross Sea. 5. General account, station lists and benthic ecology*. N.Z. Dept. Sci. Industr. Res., Bull. 176, 1—77, 1967.
18. Burton M. — *Sponges*. Discovery Rep. 6, 237—392, 1932. *
19. Bushnell V. C., Hedgpeth J. W. (eds.) — *Distribution of Selected Groups of Marine Invertebrates in Waters South of 35°S Latitude*. Antarctic Map Folio Series, Folio 11, 1—44, 29 plates, Am. Geogr. Soc., New York, 1969.
20. Castellanos Z. J. A. de — *Estratificación del complejo bentónico de invertebrados en Puerto Paraiso (Antartida)*. Inst. ant. argent., Contrib. 164, 1—30, 1973.
21. Clark A. M. — *Asteroidea*. B. A. N. Z. Ant. Res. Exp. 1929—1931, Rep. (Ser. B), 9, 1—104, 1962.
22. Clark H. E. S. — *The Fauna of the Ross Sea. 3. Asteroidea*. N. Z. Dept. Sci. industr. Res., Bull. 151, 1—84, 1963.
23. Dayton P. K., Oliver J. S. — *Antarctic Soft-Bottom Benthos in Oligotrophic and Eutrophic Environments*. Science 197, 55—58, 1977.
24. Dayton P. K., Robilliard G. A. — *The Benthic Community Near Mc Murdo Station*. Antarctic J.U.S. 6, 54, 1971.
25. Dayton P. K., Robilliard G. A., Paine R. T. — *Benthic faunal zonation as a result of anchor ice at M Murdo Sound, Antarctica*. In: Antarctic Ecology, ed. M. W. Holdgate, 1, 244—258, Academic Press, London, New York, 1970.
26. Dayton P. K., Robilliard G. A., Paine R. T., Dayton L. B. — *Biological accomodation in the benthic community at Mc Murdo Sound, Antarctica*. Ecological Monographs 44, 105—128, 1974.
27. De Broyer C. — *Analysis of the Gigantism and Dwarfness of Antarctic and Subantarctic Gammaridean Amphipoda*. [In:] *Adaptations Within Antarctic Ecosystems*. Proc. Third SCAR Symposium on Antarctic Biology, ed. G. A. Llano, 327—334, Smithsonian Institution, Washington, 1977.
28. De Broyer C. — *Monoculodes jażdżewskii, une nouvelle espèce antarctique (Crustacea, Amphipoda, Oedicerotidae)*. Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II Ser. Sci. Biol. 28, 381—387, 1981.
29. De Broyer C., Jażdżewski K. — *Revision of some Antarctic Eusirus species (Crustacea, Amphipoda)*. Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. (w druku).
30. Dell R. K. — *Antarctic and subantarctic Mollusca: Amphineura, Scaphopoda and Bivalvia*. Discovery Rep. 33, 93—250, 1964.
31. Dell R. K. — *Antarctic Benthos*. [In:] *Advances in Marine Biology*, eds. F. S. Russel and M. Yonge, 10, 1—216, Academic Press, London, New York, 1971.
32. Ehlers E. — *Die Polychaeten — Sammlungen der Deutschen Südpolar — Expedition 1901—1903*. Deutsche Südpol. — Exp. 1901—1903, Berlin, 13, Zool. 5, 397—598, 1913.
33. Eights J. — *Description of a new Crustaceous animal found on the shores of the South Shetland islands*. Trans. Albany Inst. 2, 53—57, 1833.
34. Ekman S. — *Holothurién*. Further Zool. Res. Swed. Ant. Exp. 1901—1903, (Stockholm), 1, 1—194, 1925.
35. Everitt D. A., Poore C. C. B., Pickard J. — *Marine Benthos from Davis Station, Eastern Antarctica*. Austr. J. Mar. Freshwater Res. 31, 829—836, 1980.

36. Fell H.B. — *The Fauna of the Ross Sea. 1. Ophiuroidea*. N. Z. Dept. sci. industr. Res., Bull. 142, 9—79, 1961.
37. Fischer W.K. — *Asteroidea*. Discovery Rep. 20, 69—306, 1940.
38. Fry W.G., Hedgpeth J.W. — *The Fauna of the Ross Sea. 7. Pycnogonida 1*. N. Z. Dept. Sci. industr. Res., Bull. 198, 1—139, 1969.
39. Gallardo V.A., Castillo J.G. — *Mass mortality in the benthic infauna of Port Foster resulting from the eruptions in Deception Island, South Shetland Is.* Inst. Antartica Chileno Publ. 16, 1—13, 1968.
40. Gallardo V.A., Castillo J.G. — *Quantitative benthic survey of the infauna of Chile Bay (Greenwich Island, South Shetland Islands)*. Gayana 16, 1—18, 1969.
41. Gallardo V.A., Castillo J.G. — *Quantitative observations on the benthic macrofauna of Port Foster (Deception Island) and Chile Bay (Greenwich Island)*. [In:] Antarctic Ecology, ed. M.W. Holdgate, 1, 242—243, Academic Press, London, New York, 1970.
42. Gallardo V.A., Castillo J.G., Retamal M.A., Yanez A., Moyano H.I., Hermosilla J.G. — *Quantitative Studies on the Soft-Bottom Macrobenthic Animal Communities of Shallow Antarctic Bays*. [In:] Adaptations Within Antarctic Ecosystems Proc. Third. SCAR Symposium on Antarctic Biology, ed. G.A. Llano, 361—387, Smithsonian Institution, Washington, 1977.
43. George R.Y. — *Dissimilar and similar trends in Antarctic and Arctic marine benthos*. [In:] Polar Oceans. Proc. Polar Oceans Conference Mc Gill University, 1974, ed. M.J. Duabar, 391—408, Montreal, 1977.
44. Gould A.A. — *Molluscs and shells*. U.S. Explor. Exp. 1838—1842. Philadelphia 12, 1—150, 1852.
45. Gravier C. — *Annélides Polychètes*. Deux. Exp. Ant. Franç. 1908—1910. Paris. 1—165, 1911.
46. Gruzov E.N., Propp M.V., Puškin A.F. — *Biologičeskie soobščestva pribrežnych raionov morja Dejvisa (po rezul'tatam vodolaznykh nabljudenij)*. Inf. Bjull. Sov. Ant. Eksp. 65, 124—141, 1967.
47. Hardy P. — *Biomass estimates for some shallow-water infaunal communities at Signy Island, South Orkney Islands*. Brit. Antarctic Surv. Bull. 31, 93—106, 1972.
48. Hartman O. — *Polychaeta Errantia of Antarctica*. Antarct. Res. Series 3, 1—131, 1964.
49. Hartman O. — *Polychaeta Myzostomidae and Sedentaria of Antarctica*. Antarct. Res. Series 7, 1—158, 1966.
50. Hartmeyer R. — *Die Ascidien der Deutschen Südpolar — Expedition 1901—1903*. Deutsche Südpol.-Exp. 1901—1903, 12, Zool. 4, 403—606, 1911.
51. Hedgpeth J.W. — *Introduction to Antarctic Zoogeography*. [In:] Antarctic Map Folio Series. Distribution of Selected Groups of Marine Invertebrates in Waters South of 35° S Latitude, eds. V.C. Bushnell, J.W. Hedgpeth, 1—9, American Geographic Society, New York, 1969.
52. Hedgpeth J.W. — *Perspectives in Benthic Ecology in Antarctica*. [In:] Research in the Antarctic, Publ. 93, ed. L.O. Quam, 93—136, American Association for the Advancement of Science, Washington, 1971.
53. Jażdżewski K. — *Trzecia antarktyczna wyprawa polskich biologów*. Kosmos A, 23, 563—568, 1974.
54. Jażdżewski K. — *Wstępne dane o składzie gatunkowym antarktycznej fauny przybrzeżnej w pobliżu stacji Mołodiożnaja (Ocean Indyjski, Ziemia Enderby)*. Materiały V Symp. Polar. 2, 29—32, 1978.
55. Jażdżewski K. — *Amphipod crustaceans in the diet of pygoscelid penguins of the King George Island, South Shetland Island, Antarctica*. Pol. Polar Res. 2, (3—4) (1981), 133—144, 1982.
56. Jażdżewski K., Presler P., Jurasz W., Kittel W., Presler E., Siciński J. —

- Number and biomass estimates for benthic fauna of the Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands. *Polar Biology*. (w druku).
57. Klekowski R. Z., Opaliński K. W., Rakusa-Suszczewski S. — *Respiration of Antarctic amphipoid Paramoera walkeri Stebbing during the winter season*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 20, 301—308, 1973.
 58. Knox G. A. — *Antarctic Marine Ecosystems*. [In:] *Antarctic Ecology*, ed. M. W. Holdgate, 1, 69—96, Academic Press, London, New York, 1970.
 59. Knox G. A., Lowry J. K. — *A comparison between the benthos of the Southern Ocean and the North Polar Ocean with special reference to the Amphipoda and the Polychaeta*. [In:] *Polar Oceans*. Proc. Polar Oceans Conf. Mc Gill University, ed. M. J. Dunbar, 423—462, Montreal, 1977.
 60. Koehler R. — *Echinodermes (Astéries, Ophiures et Echinides)*. Deux. Exp. Ant. Franç. 1908—1910, Paris, 1—270, 1912.
 61. Koltun V. M. — *Gubki Antarktyki. 1. Četyrechlučevye i kremnerogovye gubki*. *Rez. biol. Issled. Sov. Ant. Eksp.* 1955—1958, 2, *Issled. Fauny Morej*, 2, 10, 6—131, 1964.
 62. Koltun V. M. — *Donnye bespozvonočnye*. [In:] *Atlas Antarktyki*, ed. E. I. Tolstikov, 2, 509—515, *Gidrometeorol. Izd.*, Leningrad, 1969.
 63. Kott P. — *Antarctic Ascidiacea*. *Antarctic Res. Ser.* 13, 1—239, 1969.
 64. Kusakin O. G. — *K faune Isopoda i Tanaideacea šelfovykh zon antarktyčeskich i subantarktyčeskich vod*. *Rez. biol. Issled. Sov. Ant. Eksp.* 1955—1958, 3, *Issled. Fauny Morej* 4 (12), 220—380, 1967.
 65. Lipiński M., Woyciechowski M. — *Cephalopods in the food of Weddell seals from the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. *Pol. Polar Res.* 2 (3—4) (1981), 163—167, 1982.
 66. Lipps J. H., De Laca T. E. — *Ross Ice Shelf Project — benthic biology 1976—1977*. *Antarctic J.U.S.* 12, 32—33, 1977.
 67. Lowry J. K. — *Soft Bottom Macrobenthic Community of Arthur Harbor, Antarctica*. *Antarctic Res. Ser.* 23, 1—19, 1975.
 68. Lowry J. K., Bullock S. — *Catalogue of the marine gammaridean Amphipoda of the Southern Ocean*. *Bull. Roy. Soc. New Zealand* 16, 1—187, 1976.
 69. Łomniewski K., Zaleski J., Żmudziński L. — *Morze Arktyczne*, PWN, Warszawa, 458 ss., 1979.
 70. Millar R. H. — *Ascidiacea*. *Discovery Rep.* 30, 1—160, 1960.
 71. Mills E. L., Hessler R. R. — *Antarctic Benthic communities: Hudson' 70 expedition*. *Antarctic J.U.S.* 9, 312—316, 1974.
 72. Monro C. C. A. — *Polychaete worms. 1*. *Discovery Rep.* 2, 1—222, 1930.
 73. Neushul M. — *Diving observations of subtidal antarctic marine vegetation*. *Bot. mar.* 8, 234—243, 1965.
 74. Nicholls G. E. — *Crustacea Amphipoda (Gammaridea)*. *Australas. Ant. Exp.* 1911—1914, *Scient. Rep. (Ser. C)*, 2 (4), 1—145, 1938.
 75. Oliver J. S., Watson D. J., O'Connor E. F., Dayton P. K. — *Benthic communities of Mc Murdo Sound*. *Antarctic J.U.S.* 11, 58—59, 1976.
 76. Opaliński K. W. — *Standard, routine and active metabolism of the Antarctic amphipod — Paramoera walkeri Stebbing*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 21, 423—429, 1974.
 77. Opaliński K. W., Jażdżewski K. — *Respiration of some Antarctic amphipods*. *Pol. Arch. Hydrob.*, 25, 643—655, 1978.
 78. Pearse J. S. — *Antarctic Seastar*. *Austr. Nat. History*, 16, 234—238, 1969.
 79. Powell A. W. B. — *Mollusca of Antarctic and Subantarctic*. [In:] *Biogeography and ecology in Antarctica*, Monogr. Biol. 15, eds. J. v. Miegheem, P. v. Oye, 333—380, Dr. W. Junk Publ., The Hague, 1965.
 80. Presler P. — *Wstępne uwagi o rozmieszczeniu fauny bentosowej w wodach Zatoki Admiralicji wyspy King George*. *Materiały VI Symp. Polar.* Łódź, 76—77, 1979.
 81. Presler P., Jażdżewski K., Jurasz W., Kittel W., Siciński J. — *Uwagi o strukturze*

- zgrupowań fauny dennej Zatoki Admiralicji wyspy King George (Szetlandy Południowe). Materiały VIII Symp. Polar. Sosnowiec, 1, 195—206, 1981.
82. Propp M. V. — *The study of bottom fauna at Haswell Island by SCUBA diving*. [In:] Antarctic Ecology, ed. M. W. Holdgate, 1, 239—241, Academic Press, London, New York, 1970.
 83. Rakusa-Suszczewski S. — *The biology of Paramoera walkeri Stebbing (Amphipoda) and the Antarctic sub-fast ice community*. Pol. Arch. Hydrob., 19, 11—36, 1972.
 84. Rakusa-Suszczewski S. — *Respiration and osmoregulation as the expression of the adaptation of the invertebrates and fishes to life under hypostenothermic conditions*. Pol. Arch. Hydrob., 22, 521—552, 1975.
 85. Rakusa-Suszczewski S. — *The role of nearshore research in gaining an understanding of the functioning of the Antarctic ecosystem*. Pol. Arch. Hydrob., 27, 229—233, 1980.
 86. Rakusa-Suszczewski S. — *The biology and metabolism of Orchomene plebs (Hurley, 1965). (Antarctic amphipods) from Mc Murdo Sound*. Polar Biol., 1, 47—54, 1982.
 87. Rakusa-Suszczewski S., Dominas H. — *Chemical composition of the Antarctic Amphipoda Paramoera walkeri Stebbing and chromatographic analysis of its lipids*. Pol. Arch. Hydrob., 21, 261—268, 1974.
 88. Rakusa-Suszczewski S., Klekowski R. Z. — *Biology and respiration of Antarctic Amphipoda (Paramoera walkeri Stebbing) in the summer*. Pol. Arch. Hydrob., 20, 475—488, 1973.
 89. Richardson M. D., Hedgpeth J. W. — *Antarctic Soft Bottom Macrobenthic Community Adaptations to a Cold, Stable, Highly Productive, Glacially Affected Environment*. [In:] Adaptations Within Antarctic Ecosystems. Proc. Third SCAR Symposium on Antarctic Biology ed. G. A. Llano, 181—196, Smithsonian Institution, Washington, 1977.
 90. Rousseau L. — *Description des Mollusques, coquilles et zoophytes*. [In:] Voyage au Pôle Sud et dans l'Océanie sur les corvettes l'„Astrolabe” et la „Zélée”. 1837—1840, eds. J. H. Hombron, H. Jacquinot, Zool. 5, 1—132, Paris, 1854.
 91. Thurston M. H. — *The Crustacea Amphipoda of Signy Island, South Orkney Islands*. Brit. Ant. Surv. Sci. Rep. 71, 1—133, 1974.
 92. Thurston M. H. — *Crustacea Amphipoda from Graham Land and the Scotia Arc, collected by Operation Tabarin and the Falkland Islands Dependencies Survey*. Brit. Ant. Surv. Sci. Rep., 85, 1—89, 1974.
 93. Urbanek A., Zieliński K. — *Preliminary Report on Cephalodiscus (Pterobranchia) from Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands (West Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II Ser. Sci. Biol. 29 (1981), 257—262, 1982.
 94. Ushakov P. V. — *Quelques particularités de la bionomie benthique dans l'Antarctique de l'Est*. Cah Biol. Mar. 4, 81—89, 1963.
 95. Vincent N., Arnaud P. M. — *Invertébrés marins des XII^e et XV^e Expéditions Antarctiques Françaises en Terre Adélie. 12. Gastéropodes Opisthobranches*. Téthys 5, 531—547, 1974.
 96. Waters A. W. — *Bryozoa*. Res. Voy. Belgica 1897—1899, 1—144, Anvers, 1904.
 97. Watling L., Holman H. — *New Amphipoda from Southern Ocean with partial revisions of the Acanthonotozomatidae and Paramphithoidae*. Proc. Biol. Soc. Washington, 93, 609—654, 1980.
 98. White M. G., Robins M. W. — *Biomass estimates from Borge Bay, Signy Island, South Orkney Islands*. Brit. Ant. Surv. Bull. 31, 45—50, 1972.

STANISŁAW RAKUSA-SUSZCZEWSKI

Zakład Badań Polarnych

Instytut Biologii PAN

Dzianków Leśny

FIZJOLOGICZNO-EKOLOGICZNE BADANIA W ANTARKTYCE

Koniec lat sześćdziesiątych naszego stulecia był okresem intensywnego rozwoju badań bioenergetyki bezkręgowców zainicjowanych w Polsce przez prof. dr R. Z. Klekowskiego. W istniejącym ówczesnie Zakładzie Bioenergetyki Ekologicznej Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego, prowadzono prace eksperymentalne i terenowe. Tam też zrodziła się myśl podjęcia badań bioenergetycznych w rejonie Antarktyki, której środowisko morskie jest szczególne. Temperatury wód przyległych do kontynentu Antarktydy są ujemne, a ich wahania w ciągu roku nie przekraczają $0,2^{\circ}\text{C}$. Ocean wokół kontynentu stanowi naturalny termostat, w którym żyjące organizmy są adaptowane do warunków nie spotykanych gdzie indziej. Poznanie tych adaptacji i ich mechanizmów, począwszy od poziomu procesów molekularnych przez biochemiczne i morfo-fizjologiczne aż po biologię gatunków, stało się celem wielu prac, wśród których polskie były jednymi z pierwszych. W badaniach prowadzonych w rejonie Antarktyki koncentrowaliśmy się głównie na dwóch parametrach bilansu energetycznego bezkręgowców: oddychaniu i produkcji.

Do 1968 r. w światowej literaturze ukazała się jedna praca [2], dotycząca metabolizmu antarktycznego obunoga. Podczas pierwszej wyprawy polskich biologów w 1968—1970 rozpoczęto badania metabolizmu innego antarktycznego skorupiaka obunogiego, *Paramoera walkeri* [15] i kontynuowano je w latach 1971—1972 [26, 36]. Przeprowadzone w ciągu cyklu rocznego pomiary oddychania tego roślinożernego obunoga wykazały istotne różnice w oddychaniu w okresie zimy i lata. Zmierzony poziom oddychania był, jak stwierdzono, wyższy niż wartości spodziewane, gdyby ekstrapolować oddychanie skorupiaków żyjących w temperaturach dodatnich do temperatury ujemnej według „krzywej Krogha”. Istnienie w procesach metabolizmu kompensacji, będącej przedmiotem wielu dyskusji w literaturze, znalazło potwierdzenie w naszych wynikach. Stwierdzono również, że metabolizm badanych skorupiaków zależy od masy ciała i daje się opisać powszechnym dla tej zależności równaniem $R = aW^b$ (R — zużycie tlenu, W — masa ciała zwierzęcia). Ustalono też, że cykl życiowy badanego gatunku ma istotny wpływ na wielkość współczynników a i b w podanym wzorze. W eksperymentach dotyczących adaptacji *P. walkeri* do wyższych temperatur, udało się określić temperaturę letalną, która wynosiła około 8°C . Stwierdzono również,

że mniejsze osobniki są bardziej odporne na wzrost temperatury w warunkach eksperymentalnych. Po raz pierwszy wykonano pomiary oddychania antarktycznych skorupiaków w wyższych temperaturach, stosując długotrwałą (7—10 dni) aklimację. Prowadząc badania w okresie antarktycznej zimy i lata udało się ustalić cykl życiowy *P. walkeri* oraz wielkości przyrostów długości i masy ciała, a także płodność i czas rozwoju jaj tego gatunku [29, 36]. Prześladowano również zmiany w składzie chemicznym ciała i kaloryczności, ustalając związek pomiędzy wahaniami zawartości tłuszczu, białka i węglowodanów a cyklem życiowym i warunkami pokarmowymi w środowisku [35]. Podjęto również badania oddychania niezapłodnionych jaj ryb antarktycznych z rodzaju *Trematomus* [30], stwierdzając parostopniowy zakres niezależności ich metabolizmu od temperatury.

W drugiej wyprawie biologów na radziecką Stację Antarktyczną Młodziożnaja przeprowadzono badania, pozwalające określić optymalną temperaturę dla działania enzymów proteolitycznych ryb rodzaju *Trematomus* [40]. Była to jedna z pierwszych prac enzymologicznych wykonanych w Antarktyce. Stwierdzono, że aktywność enzymów jest wyższa u ryb będących pelagicznymi planktonożercami niż u gatunków bentosożernych prowadzących przydenny tryb życia. Zainteresowano się również zawartością hemoglobiny i erytrocytów w krwi ryb. Badano kilka gatunków występujących w strefie przybrzeżnej i stwierdzono, że najmniejsze wartości występują u ryb z gatunku *Gymnodraco acuticeps*, należącej do rodziny *Bathydraconidae* i stanowiącej ogniwo pośrednie pomiędzy rodziną *Nototheniidae*, posiadającą barwniki i erytrocyty a pozbawioną ich całkowicie rodziną *Chaenichthyidae* [32]. Szczególnie wartościowe były pierwsze w literaturze światowej prace Andraševa i Jakubowskiego [1], Jakubowskiego [11—13] oraz Jakubowskiego i Byczkowskiej-Smyk [14], dotyczące morfo-fizjologicznych adaptacji u ryb białokrwistych Antarktyki, adaptacji polegających na zmianach w budowie powierzchni oddechowej skóry i jamy gębowej ryb, które przeszły na pobieranie tlenu drogą osmozy, bez wykorzystywania barwników krwi.

Prace prowadzone w 1974 r. na amerykańskiej stacji McMurdo, wykonane tym razem w warunkach specjalistycznego laboratorium im. Eklunda, były kontynuacją wcześniej rozpoczętych badań. Badano metabolizm, odżywianie się i cykl życiowy nekrofagicznego obunoga — *Orchomene plebs* [32—34]. Prace te potwierdziły istnienie kompensacji. Stwierdzono, że aktywny metabolizm tego skorupiaka w temperaturze ujemnej bliski jest wartościom średnim metabolizmu *Amphipoda* żyjących i adaptowanych do temperatury 20°C, a wartości zużycia tlenu dla aktywnego i spoczynkowego metabolizmu *O. plebs* mogą się znacznie różnić. Zbadano wpływ temperatury na respirację w zakresie od –1,8 do 7°C po aklimacji i w warunkach eksperymentalnych ostrych, u zwierząt karmionych i głodzonych. W metabolizmie tego nekrofagicznego skorupiaka nie stwierdzono różnic sezonowych. Zaobserwowano, że działanie temperatury nieznacznie wyższej niż w środowisku, w którym żyły badane skorupiaki, wywoływało w nich reakcję zależną od poziomu metabolizmu, w jakim znajdował się organizm w temperaturze najniższej. Przy wysokiej aktywności działanie temperatury wyższej wywoływało spadek oddychania, przy niskiej zaś aktywności jego wzrost.

Badano również oddychanie pelagicznego widłonoga — *Rhincalanus gigas*

[38], uzyskując pierwsze wyniki dla tego ważnego organizmu planktonowego w Antarktyce.

Wyniki powyższych badań wskazują, że u skorupiaków żyjących stale w ujemnej temperaturze o minimalnych wahaniach brak jest strefy niezależności temperaturowej, a reakcja na działanie wyższej temperatury wskazuje na natychmiastowe przekroczenie granicy maksymalnej temperatury krytycznej. Świadczy to o braku u tych organizmów homeostatycznych mechanizmów oszczędzania energii, zbędnych w warunkach adaptacji do życia w wodzie o minimalnych wahaniach; organizmy te określono jako hypostenotermiczne [32, 33].

Jedną z cech charakterystycznych dla zwierząt żyjących w warunkach hypostenotermii jest możliwość uzyskania wysokiej wydajności konwersji energii na wzrost. W niskich temperaturach następuje przejście na gospodarkę lipidami. W badaniach eksperymentalnych zaobserwowano proces retencji CO_2 w metabolizmie wielu antarktycznych zwierząt [21], co związane jest z intensywną syntezą lipidów. Stwierdzone niskie wartości RQ są następstwem tego procesu. Badano również wpływ zmian zasolenia na metabolizm *Orchomene plebs*. Wiele uwagi poświęcono osmoregulacji zwierząt antarktycznych [37], w tym również ryb i stwierdzono, że podawane w literaturze wartości dotyczące punktu zamarzania dla ryb antarktycznych nie są prawidłowe. Miało to znaczenie w dyskusji o roli antyfrizów. Wiele organizmów antarktycznych żyć może w stanie przechłodzenia.

Rozpoczęte przez Polskę w latach 1975/76 samodzielne prace w Antarktyce, najpierw na statku, później zaś na Stacji im. H. Arctowskiego, otworzyły nowe możliwości badawcze. Początkowo głównym obiektem badań fizjologiczno-ekologicznych był kryl [39] i planktonowe *Amphipoda* [27, 28]. Wyniki uzyskane dla *Euphausia superba* wskazują, że zużycie tlenu może być jednym z czynników powodujących rozpraszanie się kryla w warunkach naturalnych. Deficyt tlenu może pojawiać się szczególnie w dużych skupieniach, w których biomasa kryla dochodzi do 16 kg/m^3 wody.

Eksperymenty z *E. superba* wykazały, że zależność pomiędzy oddychaniem a masą ciała kryla również daje się opisać równaniem $R = aW^b$, lecz wartość b bliższa jest 1, w przeciwieństwie do innych skorupiaków, u których metabolizm jest proporcjonalny do masy ciała w potęgze $3/4$. Późniejsze prace autorów zagranicznych potwierdziły uzyskane wyniki. Badano również metabolizm węglowodanów *E. superba* [22, 24] i stwierdzono istnienie rytmu okołodobowego utylizacji substratów węglowodanowych, związanego z rytmem odżywiania się w warunkach naturalnych.

Począwszy od 1976 r. kryl stał się jednym z obiektów wielokierunkowych badań w Polsce. Powstała ogromna, licząca setki pozycji literatura. W badaniach tych koncentrowano się głównie na składzie chemicznym mrożonego, suszonego bądź przerobionego na mączkę kryla oraz możliwościach jego wykorzystania jako paszy, pokarmu bądź jako surowca do produkcji wielu substancji przydatnych w przemyśle.

Prace realizowane w wyprawach polarnych w Antarktyce dały kilka ciekawych wyników, które jako pierwsze pełniły badania nad krylem w nowym kierunku. Do takich należą wyniki prac Szewielow [44], które określają wielkość stężeń i lokalizują rozmieszczenie fluoru w świeżym krylu. Dwie

wcześniejsze prace na ten temat, które ukazały się w literaturze światowej, oparte były na analizie wykonanej na krylu mrożonym i mączce krylowej. W obu przypadkach stężenie fluoru było tak duże, że budziło to poważne wątpliwości co do przydatności kryla jako produktu paszowego lub spożywczego. Mięso świeżego kryla zawiera zaledwie 60 ± 20 ppm fluoru*. Fluor zlokalizowany jest głównie w pancerzu chitynowym. W tej sytuacji, technologie, które doprowadzą do szybkiego pozbycia się pancerza lub ograniczą jego udział w przetwórstwie kryla na mączkę otworzą nową drogę możliwości wykorzystania kryla. W krylu stwierdzono również wysokie stężenia prostaglandyn [23] (dla których może on stać się surowcem), chociaż przy obecnie szybko postępującej technologii syntezy tych związków opłacalność przetwórstwa wydaje się wątpliwa. Rola wysokich stężeń prostaglandyn w krylu nie jest jeszcze jasna, lecz być może prostaglandyny odgrywają pewną rolę w procesach linienia kryla w trakcie intensywnego wzrostu i prawdopodobnie, będąc aktywne w środowisku, działają podobnie jak feromony, wywołując równoczesne, jak stwierdzono, linienie dużej ilości osobników występujących w skupieniu. Ta polska praca wzbudziła duże zainteresowanie na świecie i otwiera nowe kierunki poszukiwań badawczych.

Dobrze poznany dzięki polskim pracom jest skład karotenoidów kryla [6, 7, 10]. Poza podstawowym, poznawczym charakterem, wyniki tych prac mogą mieć znaczenie praktyczne, przy wykorzystaniu barwników kryla w przemyśle. Polscy uczeni badali również karotenoidy innych antarktycznych organizmów — skorupiaków i ryb [3—5].

Duża aktywność enzymów proteolitycznych kryla jest powodem wielu problemów technologicznych. Z drugiej strony jednak, kontrolowany przebieg tego procesu, w metodzie określonej jako zimna autoproteoliza [16, 17] otwiera drogę do wykorzystania białka dla celów spożywczych i wydaje się być jedną z perspektywicznych technologii przetwórstwa kryla. Prace w tym kierunku wykonywane na Stacji im. H. Arctowskiego w 1981 r. wniosły wiele elementów poznawczych do tego procesu i będą sukcesywnie publikowane. Kontynuacją zagadnień adaptacji morfo-fizjologicznych ryb antarktycznych jest praca Śmiałowskiej i Kilarskiego [45], prezentująca wyniki badań struktury submikroskopowej mięśni i układu krążenia u ryb pozbawionych hemoglobiny. Badano również skład krwi gatunków ryb występujących w Zachodniej Antarktyce [42]. Rozpoczęto również badania innych zwierząt kręgowych. Główną uwagę zwrócono na wybrane zagadnienia hematologiczne i bioenergetyczne pingwinów [18, 25, 46].

W polskim piśmiennictwie, dotyczącym fizjologii i biochemii organizmów antarktycznych w nawiązaniu do ich ekologii, znaleźć można też prace o zawartości insektycydów i ich metabolitów w tkankach kryla i ptaków antarktycznych [19, 20]. Piśmiennictwo to wzbogaciło się również ostatnio o wyniki badań biochemii litoralnych glonów [8, 48] oraz o dane na temat biochemii kryla [9, 43].

* Najnowsze badania niemieckiego naukowca D. Adelunga wykazały, że mięso kryla zawiera 2—3 ppm fluoru.

Przegląd fizjologiczno-ekologicznych i bioenergetycznych tematów badań prowadzonych w Antarktyce przez Polaków przez 14 lat, wskazuje na konsekwentne rozwiązywanie zagadnień, które postawiono w ośrodku inicjującym te badania.

LITERATURA

1. Andrašev A. P., Jakubowski M. — *Morfologičeskoje obosnovanije rodovogo obosoblenija antarktičeskich širokolobikov (Trematomus borchgrevinki Boulenger i T. brachysoma Pappenheim) i novyj status roda Pagothenia Nichols et Lamonte (Nototheniidae)* Zool. žurn., 50, 7, 1041—1054, 1971.
2. Armitage K. B. — *Temperature and oxygen consumption of Orchomenella chilensis (Heller) (Amphipoda, Gammaroidea)* Biol. Bull., 123, 225—232, 1962.
3. Czczuga B. — *Carotenoid contents in circumsubantarctic king crab (Lithodes murrayi Henderson, 1888)* Pol. Arch. Hydrob., 25, 669—675, 1978.
4. Czczuga B. — *Carotenoids in fish. XVI. Representatives of family Nototheniidae from the Antarctic* Pol. Arch. Hydrob., 25, 705—709, 1978.
5. Czczuga B. — *Carotenoids in fish. XVII. Studies of carotenoids in white-blooded fish (Chaenichthyidae) from the Antarctic* Pol. Arch. Hydrob., 25, 711—715, 1978.
6. Czczuga B., Kłyszejko B. — *Carotenoid contents in Euphausia superba (Dana 1850), (Euphausiacea), representative of krill from Antarctic waters* Pol. Arch. Hydrob., 25, 657—662, 1978.
7. Czerpak R., Jackowska H., Mical A. — *Qualitative analysis of carotenoids in particular parts of body of males and females of Euphausia superba dana (Crustacea)* Pol. Polar Res., 1 (2—3), 139—145, 1980.
8. Czerpak R., Mical A., Gutkowski R., Siergień J., Jachrewicz J. — *Chemism of some species of Antarctic macroalgae of the genera Adenoceps, Himantothallus, Leptosomia and Monostroma* Pol. Polar Res., 2 (3—4), 95—107, 1981.
9. Drewa G. — *Effect of crude oil and detergent on the arylsulphatase (E.C. 3.1.6.1.) activity in Euphausia superba and E. crystallorophias* Pol. Polar Res., 2 (3—4), 119—132, 1981.
10. Jackowska H., Czerpak R., Mical A. — *Carotenoids of Antarctic Krill (Euphausia superba Dana, Euphausia crystallorophias Holt et Tattersall) in dependence on age structure and sex* Pol. Arch. Hydrob., 27, 291—303, 1980.
11. Jakubowski M. — *Białokrwistość i inne osobliwości ichtiofauny Antarktyki* Prz. Zool., 15, 262—272, 1971 a.
12. Jakubowski M. — *Morfologičeskiye osobennosti sistemy organov bokovoj linii u predstavitelej roda Notothenia Rich. i drugih rodov semejstva Nototheniidae (Pisces)* Zool. žurn., 11, 4, 595—601, 1971 b.
13. Jakubowski M. — *Anatomical structure olfactory organs provided with internal nares in the Antarctic fish Gymnodraco acuticeps Boul. (Bathydraconidae)* Bull. Acad. Rol. Sci., Ser. Sci. Biol., 23, 115—120, 1975.
14. Jakubowski M., Byczkowska-Smyk W. — *Respiratory surfaces of white-blooded fish Chaenichthys Regan (Perciformes)* Pol. Arch. Hydrob., 17, 273—281, 1970.
15. Klekowski R. Z., Opaliński K. W., Rakusa-Suszczewski S. — *Respiration of Antarctic Amphipoda Paramoera walkeri Stebbing, during the winter season* Pol. Arch. Hydrob., 20, 301—308, 1973.
16. Kołakowski E. — *Specyfika kryla (Euphausia superba) jako surowca a możliwości jego przetwarzania na żywność* Przem. Spoż. (w druku).
17. Kołakowski E., Lachowicz K. — *Dynamika zmian substacji azotowych w krylu antarktycznym (Euphausia superba) przechowywanym po odłowieniu w różnych temperaturach. (w przygotowaniu)*.

18. Kostelecka-Myrcha A., Myrcha A. — *Hematological studies on Antarctic birds. II. Changes of the hematological indices during the development of the pygoscelid penguins.* Pol. Polar Res., 1 (2—3), 175—181, 1980.
19. Łukowski A. — *DDT and its metabolites in Antarctic krill (Euphausia superba Dana) from South Atlantic.* Pol. Arch. Hydrob., 25, 663—668, 1978.
20. Łukowski A. — *DDT and its metabolites in Antarctic birds.* Pol. Arch. Hydrob., 25, 729—737, 1978.
21. McWhinnie M. A., Rakusa-Suszczewski S., Cahoon M. O. — *Physiological and metabolic studies of Antarctic fauna, austral 1974 winter at McMurdo Station.* Antarct. J. of the U.S., 19, 293—296, 1975.
22. Mężykowski T. — *Diurnal rhythms in metabolism of carbohydrate substrates in the Antarctic krill, Euphausia superba Dana.* Ecol. Pol., 27, 497—579, 1979.
23. Mężykowski T., Ignatowska-Świtalska H. — *High level of prostaglandins $PGF_{2\alpha}$ and PGF_2 in Antarctic krill Euphausia superba Dana.* Meeresforschung, 29, 64—66, 1981.
24. Mężykowski T., Rakusa-Suszczewski S. — *The circadian rhythms in Euphausia superba Dana its carbohydrate metabolism.* Meeresforschung, 27, 124—129, 1979.
25. Myrcha A., Kostelecka-Myrcha A. — *Hematological studies on Antarctic birds. I. Hematological indices in some species of the birds studied during australian summer.* Pol. Polar Res., 1 (2—3), 169—173, 1980.
26. Opaliński K. W., — *Standard, routine and active metabolism of the Antarctic Amphipod — Paramoera walkeri Stebbing.* Pol. Arch. Hydrob., 21, 423—429, 1974.
27. Opaliński K. W. — *Metabolic cold adaptation in Antarctic Amphipods.* Ecol. Pol., 27, 323—331, 1979.
28. Opaliński K. W., Jażdżewski K. — *Respiration of the Antarctic amphipods.* Pol. Arch. Hydrob., 25, 643—655, 1978.
29. Rakusa-Suszczewski S. — *The biology of Paramoera walkeri Stebbing (Amphipoda) and the Antarctic sub-fast ice community.* Pol. Arch. Hydrob., 19, 11—36, 1972 a.
30. Rakusa-Suszczewski S. — *Respiration of the Antarctic fish eggs (Trematomus borchgrevinki Boul).* Pol. Arch. Hydrob., 19, 399—401, 1972 b.
31. Rakusa-Suszczewski S. — *The second exploration of Antarctic by Polish biologists 1971—1972.* Oceanology, 3, 105—109, 1975 a.
32. Rakusa-Suszczewski S. — *Respiration and osmoregulation as the expression of the adaptation of the invertebrates and fishes to life under hypostenothermic conditions.* Pol. Arch. Hydrob., 22, 521—552, 1975 b.
33. Rakusa-Suszczewski S. — *Hypostenothermic organism.* Pol. Polar Res., 1 (4), 231—241, 1980.
34. Rakusa-Suszczewski S. — *The biology and metabolism of Orchomene plebs D. E. Hurley, 1965 (Antarctic Amphipods) from McMurdo Sound.* Polar Biology, (w druku).
35. Rakusa-Suszczewski S., Dominas H. — *Chemical composition of the Antarctic Amphipoda Paramoera walkeri (Stebbing) and chromatographic analysis of its lipids.* Pol. Arch. Hydrob., 21, 261—268, 1974.
36. Rakusa-Suszczewski S., Klekowski R. Z. — *Biology and respiration of Antarctic Amphipoda Paramoera walkeri (Stebbing) in summer.* Pol. Arch. Hydrob., 20, 475—488, 1973.
37. Rakusa-Suszczewski S., McWhinnie M. A. — *Resistance to freezing by Antarctic fauna: supercooling and osmoregulation.* Comp. Biochem. Physiol., 54 A, 291—300, 1976.
38. Rakusa-Suszczewski S., McWhinnie M. A., Cahoon M. O. — *Respiration of the Antarctic copepod, Rhincalanus gigas.* Limn. Oceanogr., 21, 763—765, 1976.
39. Rakusa-Suszczewski S., Opaliński K. W. — *Oxygen consumption in Euphausia superba.* Pol. Arch. Hydrob., 25, 633—641, 1978.
40. Rakusa-Suszczewski S., Piasek A. — *Size, feeding and action of proteolytic enzymes in the Antarctic fish of Trematomus Genus (Notothenidae).* Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol., 21, 139—144, 1973.

41. Rakusa-Suszczewski S., Zdanowski M. — *Decomposition of Euphausia superba Dana*. Pol. Arch. Hydrob., 27, 305—311, 1980.
42. Rakusa-Suszczewski S., Żukowski C. — *Blood of Antarctic fishes: Notothenia rossi marmorata Fischer and Notothenia neglecta Nybelin*. Pol. Polar Res., 1 (1), 103—108, 1980.
43. Soszka J. G., Suplińska M. M., Barański A., Grzybowska D., Pietruszewski A. — *Trace metals, fluorine and radionuclides in Antarctic krill*. Pol. Polar Res., 2 (3—4), 109—117, 1981.
44. Szewielow A. — *Fluoride in krill (Euphausia superba Dana)*. Meeresforschung, 28 (4), 244—246, 1981.
45. Śmiałowska D., Kilarski W. — *Histological analysis of fibres in myotomes of Antarctic fish (Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands). I. Comparative analysis of muscle fibres sizes*. Pol. Polar Res., 2 (1—2), 109—129, 1981.
46. Taylor J. — *Bioenergetics of postnatal development of the Pygoscelis penguins*. (w przygotowaniu).
47. Zdanowski M. K. — *Nutritive value of Euphausia superba Dana evaluated in assay with Tetrahymena thermopila D III*. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol., 28, 491—496, 1981.
48. Zieliński K. — *Benthic macroalgae of Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands) and circulation of algal matter between the water and the shore*. Pol. Polar Res., 2 (3/4), 71—94, 1981.

KRZYSZTOF ZDZITOWIECKI

Instytut Parazytologii PAN
Warszawa

POLSKIE BADANIA PARAZYTOLOGICZNE W ANTARKTYCE

Odkryta najpóźniej ze wszystkich kontynentów Antarktyda ostatnia też doczekała się gruntownych badań przyrodniczych. Dotyczy to również badań parazytologicznych. Prekursorami w tej dziedzinie byli Brytyjczycy. Pierwszy niewielki zbiór antarktycznych robaków pasożytniczych dostarczyła do British Museum wyprawa Rossa z lat 1841—1844. Na jego podstawie w 1853 r. Baird opisał pierwsze 2 gatunki antarktycznych tasiemców. Przez następne 100 lat, a więc niemal do chwili obecnej, zdecydowana większość materiałów helmintologicznych była gromadzona w Antarktyce przez niespecjalistów. Często dopiero po powrocie wypraw do krajów macierzystych pasożyty wydobywano z zakonserwowanych różnymi metodami żywicieli. Tak gromadzone kolekcje niekiedy wiele lat czekały na opracowanie.

W latach 1915—1916, pracująca wówczas w Szwajcarii pod kierunkiem O. Fuhrmanna Polka Irena Szpotańska otrzymała do opracowania tasiemce z rodziny *Tetrabothriidae*, zebrane z ptaków z rzędu *Procellariiformes* przez dwie niemieckie wyprawy antarktyczne: Deutsche Tiefsee Expedition z lat 1898—1899 i Deutsche Süd-Polar Expedition z lat 1901—1903, przekazane do Laboratorium Zoologii Uniwersytetu Neuchâtel. W rezultacie Szpotańska [10] opublikowała po powrocie do kraju doniesienie zawierające krótkie opisy 14 nowych gatunków i 3 nowych odmian. Dla części nowych gatunków autorka wyznaczyła nowy rodzaj *Porotaenia*. Dopiero 8 lat później, w 1925 r., Szpotańska [11] opublikowała pełne, poprawione wyniki swej pracy w ujęciu monograficznym. Liczbę opisanych nowych form zmniejszyła w tej pracy do 11 gatunków i 2 odmian. Kontynuując badania Szpotańska [12] opisała *Tetrabothriidae* zebrane przez Deutsche Tiefsee Expedition z innych ptaków, w tym pingwinów *Eudyptes chrysocome*. Niestety we wszystkich trzech publikacjach brak danych dotyczących miejsc zbioru materiałów. Nie wiadomo więc, które gatunki pasożytów stwierdzono w Antarktyce, a które pochodziły z mniejszych szerokości geograficznych. Uzupełnieniem pracy z 1925 r. [11] była krótka notatka [13], w której Szpotańska desygnowała *Porotaenia siedleckii* Szpotańska, 1917 jako gatunek typowy dla rodzaju *Porotaenia*.

Następnym Polakiem, który wniósł znaczący wkład w poznanie fauny pasożytniczej Antarktyki, był zamieszkały po II wojnie światowej w Anglii i pracujący w British Museum (Natural History) Stanisław Markowski.

W 1952 r. Markowski [5] przeprowadził na podstawie bogatego materiału rewizję tasiemców *Pseudophyllidea* z fok antarktycznych. Praca zawiera opisy wszystkich do dziś znanych gatunków (wówczas jeden z nich był nowy), których liczbę autor ustalił na 9. Dla dwóch gatunków stworzono nowe rodzaje *Baylisia* i *Baylisiella*. Następnie Markowski [6] opracował tasiemce zebrane z wielorybów i delfinów. Praca zawiera opisy 8 gatunków, w tym 2 nowych. Oprócz tego opisano w niej 2 formy larwalne. Wreszcie w ostatniej pracy, opublikowanej w 1971 r. [7], zawarty jest przegląd robaków pasożytniczych (przywry, tasiemce, nicienie, kolcogłowy) zebranych w latach 1925—1936 z różnych żywicieli przez brytyjskie ekspedycje z serii „Discovery”. W pracy znajdują się opisy 2 nowych gatunków tasiemców. Nazwa *Bothriocephalus janickii* nadana jednemu z nich upamiętnia znanego polskiego helmintologa, profesora Konstantego Janickiego.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat pewne materiały parazytologiczne zostały zebrane przez polskich biologów pracujących gościnnie na stacjach zagranicznych. Lipa i Rakusa-Suszczewski [4] podali opis gregaryny, *Rotundula gammari* (Diesing), pasożytującej w przewodzie pokarmowym skorupiaków *Paramoera walkeri* Stebbing (*Amphipoda*). Materiał zebrał w 1969 r. na radzieckiej stacji Mołodiożnaja Stanisław Rakusa-Suszczewski w trakcie badań ekologicznych.

Podjęcie systematycznych badań parazytologicznych w Antarktyce przez polskich badaczy stało się możliwe po założeniu Stacji im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego (Szetlandy Południowe). Badania te prowadzą pracownicy Instytutu Parazytologii PAN w Warszawie, częściowo we współpracy z pracownikami innych placówek. Już podczas zakładania stacji w 1977 r. K. Zdzitowiecki zbadał 46 ryb i 14 ptaków odłowionych na Wyspie Króla Jerzego oraz 16 ryb otrzymanych z polskich statków rybackich w okolicy Georgii Południowej. Oprócz zakonserwowanych pasożytów przywieziono do kraju żywy plankton słodkowodny, który został następnie zbadany w Instytucie Parazytologii. W rezultacie Michajłow [8] opisał 2 nowe gatunki pasożytniczych wiciowców *Euglenoidina*.

Przywieziony materiał helmintologiczny pozwolił, po wstępnym oznaczeniu, na ułożenie planu dalszych badań. Okazało się, że oznaczanie przynależności gatunkowej wielu zebranych robaków napotyka nieoczekiwane poważne trudności. Wynikają one z niekompletności wielu opisów zamieszczonych we wcześniejszych pracach. To z kolei zostało spowodowane w wielu przypadkach małą liczebnością i złym zakonserwowaniem zbiorów przywożonych przez różne ekspedycje. Bardzo trudno zidentyfikować prawidłowo zakonserwowane robaki mając do czynienia z opisami sporządzonymi na podstawie zbadania kilku (niekiedy nawet jednego) skurczonych osobników. W rezultacie w światowym piśmiennictwie spotyka się dużo błędnych oznaczeń i kilkakrotnych opisów tych samych gatunków pod różnymi nazwami. Wynikła z tego konieczność podjęcia dość szeroko zakrojonych badań systematyczno-faunistycznych.

Na podstawie wstępnych oznaczeń Zdzitowiecki [14] podał w popularnym artykule zamieszczonym w Kosmosie listę stwierdzonych pasożytów ryb z nadrodziny *Notothenioidei*. Autor wyszczególnił 13 gatunków pasożytów dojrzałych płciowo (7 — przywr, 2 — nicieni, 4 — kolcogłowców) bytujących

w przewodzie pokarmowym oraz 12 form larwalnych (część z nich stanowią grupy zbiorcze złożone z nieznaney liczby blisko spokrewnionych gatunków) występujących w przewodzie pokarmowym, jamie brzusznej i mięszu narządów wewnętrznych. Stwierdzono różnice jakościowe i ilościowe pomiędzy helmintofauną ryb okolic Szetlandów Południowych i Georgii Południowej.

Zebrany materiał posłużył do opublikowania 6 prac szczegółowych. Zdzitowiecki [15] opisał, na podstawie osobnika dojrzałego znalezione u mewy dominikańskiej i młodocianych osobników znalezionych w rybie, nowy gatunek kolecogłowa, *Corynosoma shackletoni*. W następnej pracy Zdzitowiecki [16] podał opisy i dane o występowaniu w rybach młodocianych postaci kolecogłowców z rodzaju *Corynosoma*. Oprócz *C. shackletoni* autor stwierdził 3 gatunki pasożytujące w stadium dojrzałym w fokach i uchatkach. W kolejnej pracy Zdzitowiecki [17] podał dane morfologiczne i faunistyczne odnoszące się do 7 gatunków przywr, pasożytów przewodu pokarmowego ryb. Stwierdził, że w okolicach Georgii Południowej gatunkiem dominującym jest *Elytrophalloides oatesi* (Leiper et Atkinson, 1914), a w okolicach Szetlandów Południowych *Plagioporus pennelli* (Leiper et Atkinson, 1914) i *Genolinea bowersi* (Leiper et Atkinson, 1914). W innej pracy Zdzitowiecki [18] zawarł redeskrpcję kolecogłowa *Aspersentis austrinus* Van Cleave, 1929. Jest to gatunek występujący najczęściej i najliczniej w przewodzie pokarmowym pospolitych ryb, a mimo to jego opis zawierał poważne luki. Dalsze dwie publikacje dotyczyły pasożytów ptaków. Szelenbaum-Cielecka i Zdzitowiecki [9] podali nowe dane dotyczące tasiemca *Nototaenia fileri* (Jones et Williams, 1967), który pasożytuje w dwunastnicy i jelicie czczym pochodzioba, *Chionis alba*. Tasiemca tego stwierdzono uprzednio tylko na Orkadach Południowych. Zdzitowiecki i Dróżdż [21] opisali nowy gatunek nicienia *Stegophorus arctowskii* oraz podali redeskrpcję dawniej znanego gatunku *S. macronektes* (Johnston et Mawson, 1942). Nicienie te pasożytują pod błoną rogową żołądka mięśniowego. Jest interesujące, że *S. macronektes* stwierdzono w ptakach należących do 3 rzędów: pingwinach (*Sphaenisciformes*), petrelach (*Procellariiformes*) oraz wydrzykach i pochodziobach (*Charadriiformes*).

W lecie 1978/1979 badania na Stacji im. H. Arctowskiego prowadzili L. Jarecka i ponownie K. Zdzitowiecki, który pozostał tam przez rok. Zbadano 560 ryb kostnych (prawie wyłącznie *Notothenioidei*), 4 ryby chrzęstne (płaszczki), 65 ptaków i 28 płetwonogich ssaków. Tak więc objęto badaniami wszystkie występujące na Szetlandach Południowych grupy kręgowców z wyjątkiem walen. Poszukiwano także w różnych skorupiakach larw robaków pasożytniczych, co w przypadku słodkowodnych *Euphyllopoda* dało wynik pozytywny. W rezultacie tych badań oraz prowadzonych równocześnie eksperymentów Jarecka [2] ustaliła cykl życiowy tasiemca pasożytującego w stadium dojrzałym w jelicie cienkim mewy, *Larus dominicanus*. Tasiemiec ten został przez Jarecką i Ostas [3] opisany jako nowy gatunek, *Hymenolepis arctowskii*. Inny nowy gatunek tasiemca, *Microsomacanthus shetlandicus*, także pasożytujący w mewie dominikańskiej opisali Cielecka i Zdzitowiecki [1]. Zdzitowiecki i Szelenbaum-Cielecka [22] sporządzili redeskrpcję trzeciego gatunku tasiemca z tegoż żywiciela, *Anomotaenia dominicana* (Railliet et Henry, 1912). Tasiemce są wśród pasożytów ptaków grupą dominującą i badania

dalszych gatunków są w toku. Oprócz nich zebrano z ptaków liczne nicienie oraz nieliczne przywry i kolcogłowy.

Najbardziej zaawansowane są badania pasożytów ryb. Zebrano ponad 100 tysięcy robaków, w tym dojrzałe tasiemce, przywry, nicienie i kolcogłowy oraz larwy tasiemców, nicieni i kolcogłowów. W porównaniu z materiałem zebrany w 1977 r. liczba stwierdzonych gatunków dojrzałych pasożytów zwiększyła się o 7 (ponad 50%) i po zakończeniu identyfikacji przypuszczalnie jeszcze wzrośnie. Do chwili obecnej zakończono badania morfologiczne kolcogłowów, czego efektem są złożone do druku dwie prace Zdzitowieckiego [19, 20] zawierające opisy dwóch nowych gatunków i redeskrpcje trzech dalszych. Badania przywr, nicieni i tasiemców są w toku.

Szczególną uwagę poświęcono jednemu gatunkowi ryby, *Notothenia coriiceps neglecta* Nybelin, który stał się obiektem systematycznych, całorocznych badań. Tego typu badań w Antarktyce dotychczas nie prowadzono. Ustalenie kompletnej listy stwierdzonych pasożytów będzie możliwe dopiero po zakończeniu pracy nad morfologią i systematyką. Już obecnie można stwierdzić, że wszystkie częściej spotykane robaki pasożytnicze występują przez cały rok, a procent zarażonych ryb i intensywność inwazji są we wszystkich miesiącach zbliżone.

N. coriiceps neglecta i 3 dalsze pokrewne gatunki ryb są w rejonie Szetlandów Południowych zarażone głównie przez dojrzałe pasożyty, w mniejszym stopniu przez larwy pasożytów, dla których są pierwszymi lub drugimi żywicielami pośrednimi. W pozostałych gatunkach ryb kostnych, w tym wszystkich białokrwistych (rodz. *Chaenichthyidae*), dominują larwy tasiemców, nicieni i kolcogłowów zlokalizowane głównie w jamie ciała, ścianie żołądka i mięszu wątroby. W świetle przewodu pokarmowego stwierdzono dość liczne larwy tasiemców *Tetraphyllidea*, młode larwy nicieni i nieliczne młodociane kolcogłowy. Dojrzałe tasiemce *Tetraphyllidea* znaleziono w rybach chrzęstnych (płaszczkach). Pozostałe larwy należą, zapewne w ogromnej większości, do gatunków pasożytujących w stadium dojrzałym płciowo w fokach i uchatkach. Ich badania są w toku. Dotychczas zidentyfikowano cztery gatunki kolcogłowów z rodzaju *Corynosoma* i jeden gatunek nicienia. Zebrano także dalsze młodociane osobniki z opisanego uprzednio przez Zdzitowieckiego [15] ptasiego gatunku kolcogłowa, *Corynosoma shackletoni*.

Oznaczenie do gatunku pozostałych form larwalnych, o ile jest w ogóle możliwe, wymaga bardzo dokładnego poznania morfologii dojrzałych robaków. Podjęto więc równolegle opracowywanie pasożytów płetwonogich ssaków (*Pinnipedia*). W przygotowaniu są publikacje dotyczące kolcogłowów z rodzaju *Corynosoma*. Zaawansowana jest praca nad tasiemcami *Pseudophyllidea*. Szeroko zakrojone badania nicieni rozpoczął w 1981 r. kolejny zimujący na Stacji im. H. Arctowskiego parazytolog, Jan Dróżdż.

Podsumowując wkład polskich badaczy w poznanie fauny pasożytniczej Antarktyki można wyróżnić dwa okresy:

1. Okres sprzed założenia Stacji im. H. Arctowskiego.
2. Okres po założeniu Stacji im. H. Arctowskiego, w którym badania prowadzono głównie w jej okolicach.

W pierwszym okresie opracowywano prawie wyłącznie materiały zebrane

przez uczestników zagranicznych ekspedycji (nie-Polaków) i zdeponowane w zagranicznych muzeach. Działały na tym polu dwie osoby, jedna w kraju (Szpotańska) i jedna na emigracji (Markowski). Dopiero w ostatnich kilkunastu latach zebrano pewne materiały parazytologiczne podczas pobytu polskich biologów (nie-parazytologów) na stacjach zagranicznych. Opublikowano łącznie 7 prac naukowych i jedną krótką notkę uzupełniającą. Prace te dotyczyły antarktycznych tasiemców oraz niektórych robaków i pierwotniaków.

W drugim okresie działało i działa nadal 6 osób, z czego 3 zbierały materiały w terenie. Ukazało się drukiem 9 publikacji, 5 jest w trakcie druku, dalsze znajdują się w przygotowaniu. Wniesiono znaczący wkład do poznania pasożytów należących do 4 gromad robaków i jednej pierwotniaków. W rezultacie okolice Stacji im. H. Arctowskiego są jednym z najlepiej zbadanych pod względem parazytologicznym terenów w Antarktyce, a po zakończeniu opracowywania już zebranych materiałów będą pod tym względem bezkonkurencyjne. Rozszyfrowany przez Jarecką [2] cykl życiowy tasiemca jest na razie jedynym znanym w Antarktyce. W kolejnym etapie badań będzie można poświęcić główną uwagę krążeniu pasożytów w przyrodzie. Ma to duże znaczenie, gdyż wielkie ilości larw robaków pasożytniczych nagromadzają się w rybach poławianych do celów konsumpcyjnych.

LITERATURA

1. Cielecka D., Zdzitowiecki K. — *The Tapeworm Microsomacanthus shetlandicus sp. n. (Hymenolepididae) from the Dominican Gull on King George Island (South Shetlands, Antarctic)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol., Cl. II, 29, 173—180, 1981.
2. Jarecka L. — *Development of Hymenolepis arctowskii Jarecka et Ostas, 1983 (Cestoda, Hymenolepididae) in the intermediate host Branchinecta gaini Daday (Branchipoda) of the Antarctic*, Acta Parasit. Pol., 29 (w druku).
3. Jarecka L., Ostas J. — *Hymenolepis arctowskii sp. n. (Cestoda, Hymenolepididae) from Larus dominicanus Licht. of the Antarctic*. Acta Parasit. Pol., 29, 1983 (w druku).
4. Lipa J.J., Rakusa-Suszczewski S. — *An amphipod Paramoera walkerii Stebbing (Crustacea, Amphipoda) as a new host of Eugregarine Rotundula gammari (Diesing)*. Pol. Arch. Hydrob., 27, 313—315, 1980.
5. Markowski S. — *The cestodes of seals from the Antarctic*. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.), 1, 125—150, 1952.
6. Markowski S. — *Cestodes of whales and dolphins from the 'Discovery' collections*. 'Discovery' Rep., 27, 377—395, 1955.
7. Markowski S. — *On some species of parasitic worms in the 'Discovery' collections obtained in the years 1925—1936*. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.), 21, 53—65, 1971.
8. Michajłow W. — *Dinema antarcticum sp. n., Dinema pseudoboeckellae sp. n. and other Euglenoidina — Parasites of Pseudoboeckella silvestri (Calanoida) from the Antarctica*. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol., Cl. II, 26, 51—54, 1978.
9. Szelenbaum-Cielecka D., Zdzitowiecki K. — *The tape-worm Nototaenia fileri Jones et Williams, 1967 from the Sheathbill (Chionis alba) on King George Island (South Shetlands, Antarctic)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol., Cl. II, 27, 281—284, 1979.
10. Szpotańska I. — *Nowy rodzaj, podrodzaj i nowe gatunki w rodzinie Tetrabothriidae*. Pos. Tow. Nauk. Warsz. Wyd. Mat. Przyr., 10, 909—921, 1917.
11. Szpotańska I. — *Etude sur les Tetrabothriides des Procellariiformes*, Bull. Acad. Pol. Sci. Lt., Sci. nat., 7B, 673—727, 1925.

12. Szpotańska I. — *Recherches sur quelques Tetrabothriides d'Oiseaux*. Bull. int. Acad. Pol. Sci. Lt., Cl. sci. math. nat., Ser. B, 3, 129—152, 1929.
13. Szpotańska I. — *A propos du genre Porotaenia*. Annls Parasit. hum. comp., 9, 484, 1931.
14. Zdzitowiecki K. — *Wstępne badania nad pasożytami ryb okolic Południowych Szetlandów i Południowej Georgii (Antarktyka)*. Kosmos, 27, 651—659, 1978.
15. Zdzitowiecki K. — *Corynosoma shackletoni sp. n. from Hosts in South Shetlands and South Georgia (Antarctic)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol., Cl. II, 26, 629—634, 1978.
16. Zdzitowiecki K. — *On the occurrence of juvenile acanthocephalans of the genus Corynosoma Lühe, 1904 in fishes off South Georgia and South Shetland Islands (the Antarctic)*. Acta Ichth. Pisc., 8, 111—127, 1978.
17. Zdzitowiecki K. — *Digenetic trematodes in alimentary tracts of fishes of South Georgia and South Shetlands (Antarctica)*. Acta Ichth. Pisc., 9, 15—31, 1979.
18. Zdzitowiecki K. — *Redescription of Aspersentis austrinus Van Cleave, 1929 (Acanthocephala, Ahythmacanthidae) from Antarctic fishes, and remarks on the taxonomic status*.
19. Zdzitowiecki K. — *Antarctic acanthocephalans of the genus Metacanthocephalus*. Acta Parasit. Pol., 28 (w druku).
20. Zdzitowiecki K. — *Description of Heterosentis heteracanthus (Linstow, 1896) (Acanthocephala, Ahythmacanthidae) from Antarctic fishes, and remarks on the taxonomic status of Heterosentis Van Cleave, 1931*. Acta Parasit. Pol., 29 (w druku).
21. Zdzitowiecki K., Drózdź J. — *Redescription of Stegophorus macronektes (Johnston et Mawson, 1942) and description of Stegophorus arctowskii sp. n. (Nematoda, Spirurida) from birds of South Shetlands (the Antarctic)*. Acta Parasit. Pol., 27, 205—212, 1980.
22. Zdzitowiecki K., Szelenbaum-Cielecka D. — *Anomotaenia dominicana (Railliet et Henry, 1912) (Cestoda, Dilepididae) from the Dominican gull Larus dominicanus Licht. of the Antarctic*. Acta Parasit. Pol., 29 (w druku).

ANDRZEJ MYRCHA

Zakład Badań Polarnych

Instytut Ekologii PAN

Dzianów Leśny

POLSKIE BADANIA ANTARKTYKI W DZIEDZINIE LIMNOLOGII I EKOLOGII LĄDOWEJ

Intensywny rozwój polskich badań w zakresie ekologii antarktycznych organizmów lądowych i słodkowodnych rozpoczął się dopiero po wybudowaniu stałej Stacji im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego. Jednak naukowcy znacznie wcześniej zainteresowali się florą i fauną południowych obszarów kuli ziemskiej. W latach trzydziestych dużą aktywność na tym polu przejawiało środowisko lwowskie. Opublikowano kilka ciekawych artykułów dotyczących fito- i zoogeografii wysp subantarktycznych z uwzględnieniem ich budowy geologicznej i warunków środowiska fizycznego. Artykuły Szymkiewicza [34], Kuntzego [13] i Orliczowej [25] składają się na piękne, niemal monograficzne opracowanie Wysp Kerguelena. Obszerną pracę poświęca Szymkiewicz [35] geografii i ekologii roślin Falklandów.

Wyżej wymienione artykuły były jednak opracowaniami teoretycznymi, opartymi na raportach uczestników zagranicznych ekspedycji antarktycznych, głównie francuskich, niemieckich, angielskich i szwedzkich.

Terenowe, polskie badania ekologiczne w Antarktyce zapoczątkowała w 1969 r. dwuosobowa wyprawa Instytutu Biologii Doświadczalnej PAN działająca w ramach 14 Radzieckiej Wyprawy Antarktycznej. Stanisław Rakusa-Suszczewski i Krzysztof Opaliński prowadzili badania organizmów wodnych w rejonach radzieckich stacji Mirnyj i Mołodiożnaja. Rezultatem tych badań jest, między innymi, wiele opracowań opisujących warunki fizyczne oraz skład gatunkowy flory i fauny zbiorników wodnych oazy Thala Hills, Enderby Land [21, 23] oraz wyspy Haswell, Queen Mary Land [22]. W pracach tych wykazano duże podobieństwo kilkunastu zbiorników oazy Thala Hills pod względem jakościowego i ilościowego składu organizmów żywych i przeprowadzono próbę wyjaśnienia przyczyn tej jednorodności. Pod względem składu flory i fauny osadów dennych słodkowodne jezioro na wyspie Haswell okazało się podobne do jezior występujących w przybrzeżnych oazach Antarktydy Wschodniej. Specyficzną cechą tego jeziora jest intensywny rozwój form nitrofilnych spowodowany znacznym dopływem materii organicznej z otaczającego lądu w postaci odchodów gnieźdzących się tam ptaków.

Analiza prób jeziornych osadów dennych z Antarktydy Wschodniej pobranych przez Opalińskiego w 1969 r. i Lipkowskiego latem 1973/1974 r.

zapoczątkowała polskie badania poziomu skażeń związkami chloroorganicznymi różnych komponentów ekosystemu antarktycznego [24].

Otwarcie 27 lutego 1977 r. Stacji im. H. Arctowskiego Polskiej Akademii Nauk na wyspie Króla Jerzego umożliwiło opracowanie i realizację kompleksowego programu badań ekologicznych, których celem ostatecznym jest poznanie prawidłowości funkcjonowania antarktycznego ekosystemu strefy przybrzeżnej [28, 29]. Zatoka Admiralicji wraz z otaczającym ją lądem stały się obszarem intensywnej działalności naukowej biologów z różnych ośrodków akademickich, PAN i instytutów resortowych.

Życie rozwijające się w Antarktyce na lądzie jest w znacznej mierze uzależnione od otaczającego morza, a tym samym wywiera określony wpływ na zespoły morskich organizmów roślinnych i zwierzęcych. Szczególną rolę pod tym względem odgrywają wielkie zgrupowania ptaków i fok tworzące się na lądzie w okresach rozrodu i linienia tych zwierząt.

Wstępne, całoroczne obserwacje fenologii ptaków i fok w rejonie Stacji im. H. Arctowskiego przeprowadził już uczestnik pierwszej grupy zimującej, Presler [27]. Szczegółowe badania tych dwóch grup zwierząt rozpoczęto jednak podczas II Wyprawy Antarktycznej PAN na Stację im. H. Arctowskiego.

Poczynając od lata 1977/1978 w rejonie Zatoki Admiralicji prowadzona jest całoroczna rejestracja liczebności ssaków płetwonogich. Już w pierwszym roku badań stwierdzono występowanie na tym terenie 6 gatunków fok, wśród których uchutki południowe, słonie morskie i foki krabojady tworzą okresowo liczne zgrupowania [12, 20]. Uchatki południowe i słonie morskie najliczniejsze są latem (do kilkuset osobników), a foki krabojady — zimą, kiedy na lodzie pokrywającym Zatokę Admiralicji może równocześnie przebywać kilka tysięcy tych zwierząt. Najrzadszym gatunkiem jest foka Rossa, spotykana jedynie spodyrycznie w okresie zimy. W rejonie Stacji im. H. Arctowskiego rozradzają się słonie morskie i foki Weddella. Obecnie istnieją już udokumentowane dane (Jabłoński, Krzemiński, w przygotowaniu) o rozradzaniu się na Wyspie Króla Jerzego także uchatek południowych. Najbliższe stacji miejsce rozrodu tych rzadkich zwierząt znajduje się na brzegach sąsiedniej Zatoki Króla Jerzego.

Szczegółowe badania liczebności i aktywności dobowej fok Weddella prowadzone przez Wojciechowskiego [37] wykazały, że podczas sezonu letniego 1978/79 liczba osobników tego gatunku zmniejszała się od 500 w grudniu do około 100 na początku lutego. Foki te charakteryzują się wzmożoną aktywnością nocną, dwudobową cyklicznością przebywania na brzegu oraz różną u obu płci preferencją w wyborze miejsc spoczynku.

W sezonie letnim 1978/1979 przeprowadzono także badania nad składem pokarmu fok Weddella, krabojadów i lampartów morskich [14, 36]. Przy użyciu metody wskaźnikowej określono współczynniki strawności suchej masy pokarmu (82—87%) i współczynniki strawności materii organicznej (91—92%). Wartości ich świadczą o tym, że strawność naturalnych pokarmów fok (kryl, ryby) jest podobna do strawności obserwowanej u drapieżników lądowych.

Rozpoczęte przez Myrchę i Teligę [20] badania liczebności wszystkich gatunków fok na zachodnim odcinku wybrzeża Zatoki Admiralicji od Przy-

ładka Thomasa do Przylądka Uchatki i Półwyspu Patelnia kontynuowano w latach następnych. Latem 1978/1979 była badana przez Krzezińskiego [12] liczebność populacji słoni morskich, a także struktura wiekowa i płciowa oraz aktywność dobową. Obserwacje fok w 1979 r. prowadził Zdzitowiecki, a w 1980 r. — Myrcha, Halba i Jabłoński (w opracowaniu). Systematyczne obserwacje pozwolą na prześledzenie dynamiki liczebności tych ssaków w cyklu wieloletnim.

Badania fok antarktycznych były prowadzone także poza rejonem Zatoki Admiralicji i Wyspą Króla Jerzego. W styczniu 1979 r. rozmieszczenie i liczebność ssaków pętlonogich na sąsiedniej wysepce Penguin zbadał Jabłoński [6], a Starck [32] w rejonie radzieckiej Stacji Mirnyj. Starck [32] prowadził także liczenie fok i obserwacje ich aktywności na obszarze lodów dryfujących w pobliżu Wyspy Drygalskiego i Stacji Leningradskaja z pokładu statku r/v „Michaił Somov” oraz na przylepie lądowej w okolicy tej Stacji, wykorzystując stałe loty helikoptera Mi-8. Latem 1981 r. autor ten przeprowadzał jakościowe i ilościowe obserwacje fok w Antarktyce Zachodniej z pokładu statku r/v „Profesor Siedlecki” (w opracowaniu).

Intensywne badania ekologiczne ptaków, najpierw w rejonie Zatoki Admiralicji, a potem na całej Wyspie Króla Jerzego, rozpoczął Jabłoński w sezonie letnim 1978/1979 i kontynuował je w ciągu roku 1980 oraz latem 1980/1981. Zebrany w czasie tych badań niezwykle bogaty materiał jest obecnie szczegółowo opracowywany. W druku [7—9] znajdują się informacje dotyczące występowania, liczebności i biomasy poszczególnych gatunków w okresie lata.

W rejonie Zatoki Admiralicji gnieździ się 13 gatunków ptaków, z których najliczniejsze są pingwiny z rodzaju *Pygoscelis*. Kolonie lęgowe tych ptaków skupione są w czterech miejscach wybrzeża zatoki. Liczebność pingwinów może podlegać w poszczególnych sezonach znacznym wahaniom, dochodzącym nawet do 10 tysięcy par lęgowych (*Pygoscelis adeliae*: od 23 500 do 33 000 par, *P. antarctica*: od 8 150 do 10 550 par, *P. papua*: od 3 100 do 3 700 par).

Poza wymienionymi gatunkami pingwinów w okolicach Stacji im. H. Arctowskiego rozradzają się następujące gatunki ptaków: *Macronectes giganteus*, *Oceanites oceanicus*, *Fregetta tropica*, *Sterna vittata*, *Larus dominicanus*, *Daption capensis*, *Chionis alba*, *Stercorarius skua lonnbergii*, *S. s. maccormicki*, *Phalacrocorax atriceps*. W rejonie tym pojawiają się również nielęgowe osobniki *Aptenodytes forsteri*, *A. patagonica*, *Eudyptes chrysolophus*, *Fulmarus glacialis*, *Pagodroma nivea*, *Thalassica antarctica*, *Diomedea exulans* i *Phoebastria fusca* [8].

Szczególnie wiele uwagi poświęcił Jabłoński [7—9] badaniom ekologicznym okresu lęgowego pingwinów. W wyniku stałych obserwacji w rejonie Wzgórza Ratowników (Rescues Hills) i Pingwiniska (Penguin Ridge) oraz na podstawie wiadomości powrotnych otrzymanych po zaobrazkowaniu kilku tysięcy ptaków stwierdził on zmiany w lokalizacji i kształcie kolonii w poszczególnych latach, przy czym najmniej konserwatywne pod tym względem okazały się pingwiny Adeli. Trzyletni okres badań pozwolił na prześledzenie różnic w długości okresu lęgowego, śmiertelności na etapie jaj i piskląt oraz tempie wzrostu młodych ptaków w sezonach lęgowych kolejnych lat. Niezwykle interesujące okazały się współzależności pomiędzy efektem lęgowym i wa-

runkami środowiska fizycznego, głównie temperaturą i intensywnością opadów.

Na podstawie obserwacji terenowych Jabłoński (w przygotowaniu) ustalił, że dorosłe osobniki *Pygoscelis papua* i *P. antarctica* przynoszą pokarm do gniazd dwa razy w ciągu doby, a *P. adeliae* tylko raz. Racja pokarmowa młodych pingwinów wzrasta systematycznie w ciągu ich rozwoju i w okresie pierzenia wynosi w przypadku *P. adeliae* 650 g/dobę, a *P. papua* aż około 1150 g/dobę. Uzupełnieniem tych obserwacji są badania składu gatunkowego pokarmu pingwinów i wielkości racji pokarmowej przynoszonej pisklętom przez rodziców. Pingwiny żyjące w rejonie Zatoki Admiralicji odżywiają się głównie skorupiakami z rodzaju *Euphausia*, choć w niektórych sezonach udział ryb w diecie może być bardzo duży. Różnice w budowie dzioba sprawiają jednak, że poszczególne gatunki chwytają ofiary różnej wielkości (38, Jabłoński, w przygotowaniu).

Biomasa pingwinów w rejonie Zatoki Admiralicji stanowi 98% biomasy wszystkich ptaków. Zjadają one aż 99,2% całej masy pokarmu awifauny tego obszaru. Dzienna racja pokarmowa tych ptaków wynosi w środku lata antarktycznego około 52 tony pożywienia, składającego się w większości z kryla. W czasie sezonu lęgowego wynoszą więc pingwiny z morza na ląd olbrzymie ilości materii organicznej w postaci fekalii (6—24 ton na dobę). Tym samym ptaki te pełnią znaczną rolę w obiegu materii w antarktycznym ekosystemie strefy przybrzeżnej [28, 29] i wywierają istotny wpływ na rozwój lądowej flory i fauny glebowej. Problem ten został szczegółowo zbadany w czasie IV Wyprawy Antarktycznej PAN latem 1979/1980 przez zespół naukowców z różnych ośrodków badawczych w kraju.

Badania hydrologiczne mikrozelewni z koloniami pingwinów w rejonie przylądka Llano (Llano Point) przeprowadził Kozik (w przygotowaniu). Wyznaczył on granice zlewni oraz opisał warunki morfologiczne i hydrograficzne ich obszarów alimentacyjnych. Zmierzył też natężenie przepływu w ciekach i wyznaczył krzywą konsumpcyjną. Kozik i Tatur wykonali również analizy chemiczne wyjściowych wód opadowych i roztopowych oraz wód spływających z terenów kolonii pingwinów do morza (w przygotowaniu).

Badania tempa mineralizacji odchodów gromadzących się w miejscach lęgowych pingwinów i form rozkładu materii organicznej powracającej do morza przeprowadzili Piotr, Tatur i Myrcha [26]. Szczegółowo zbadano aktywność enzymatyczną i liczebność różnych grup fizjologicznych bakterii w trakcie procesów dekompozycji. Stwierdzono, że pierwszym etapem procesu mineralizacji jest proteoliza, zachodząca zarówno pod wpływem enzymów wydalanych wraz z odchodami, jak i pod wpływem bakterii proteolitycznych. Drugim etapem przemian związków azotowych jest proces amonifikacji, w którym substratami są wolne aminokwasy po procesie proteolizy oraz kwas moczowy. Późniejsze przemiany azotu to proces nityfikacji, który zachodzi po stosunkowo długim czasie i często w głębszych warstwach profili glebowych. Nie stwierdzono obecności denitryfikatorów. Procesy mineralizacji fosforu organicznego pod wpływem bakterii zachodzą najintensywniej na terenie kolonii po kilku dniach zalegania wydalonej materii organicznej. Liczebność bakterii zdolnych do rozkładu chityny zwiększa

się wyraźnie w miarę upływu czasu i oddalania się spływających odchodów od terenu kolonii. Chityna ulega mineralizacji dopiero po odmyciu lub rozkładzie innych związków organicznych. W pierwszym etapie rozkładu następuje zwiększenie zawartości fosforu i chityny, jako rezultat mikrobiologicznej mineralizacji i wymywania prostych związków organicznych.

Przy spływie fekalii z kolonii znajdujących się na nadmorskich skałach (poniżej 10% ogólnej powierzchni terenu zajętego przez ptaki) może wystąpić, istotne ilościowo, powierzchniowe zmycie nutrientów w postaci nierozłożonych związków organicznych, przy typowym dla tego rejonu spływie fekalii z kolonii przez warstwę zwietrzeliny, powierzchniowy transport związków organicznych jest utrudniony i opóźniony. Do morza dostają się głównie mineralne produkty ich rozkładu, przy czym im dłuższa jest droga spływu, tym bardziej zwiększa się ilość azotanów kosztem jonu amonowego.

Tatur (w przygotowaniu) stwierdził powszechny proces odkładania się w glebach fosforanów, przede wszystkim potasowo-glinowych i glinowych, w postaci masy wypełniającej kamienisty rumosz skalny. Obecnie analizowany jest szczegółowy skład chemiczny i mineralogiczny tych odłożyń, sięgających w rejonie Zatoki Admiralicji setek tysięcy ton. Autor ten opisał także typy i rodzaje gleb ornitogennych, występujących na badanym obszarze oraz ustalił ich zasięg terytorialny.

W połączeniu z danymi na temat liczebności pingwinów i ich bioenergetyki uzyskane wyniki pozwolą na opisowe, a być może i ilościowe przedstawienie roli pingwinów w obiegu wybranych, podstawowych dla życia pierwiastków w układzie łąd - strefa przybrzeżna w Antarktyce morskiej.

Innym poważnym źródłem dopływu materii organicznej z morza na łąd są w tym środowisku makroglony bentosowe wyrzucane na brzeg w czasie burz. Zieliński [39] obliczył, że w okresie od lutego do listopada 1979 r. na obszarze Zatoki Admiralicji nagromadziło się w strefie brzegowej około 280 ton tych glonów.

Uzupełnieniem przedstawionych powyżej badań są prace Pilarskiej (w przygotowaniu), mające na celu określenie aktywności metabolicznej gleb antarktycznych oraz liczebności i pionowego zróżnicowania zespołów fauny w profilu glebowym. Autorka stwierdziła, że około 95% wszystkich zwierząt występuje w powierzchniowej warstwie gleby (0—3 cm). W glebach czynnych kolonii pingwinów w sezonie letnim brak jest fauny glebowej. Po opuszczeniu miejsc lęgowych przez ptaki pojawiają się tam najpierw *Nematoda*, a potem także *Acarina*. W glebach o dużej zawartości materiału organicznego, pochodzącego z kolonii pingwinów, spośród *Protozoa* dominują *Ciliata*, stanowiące 70—95% populacji pierwotniaków. Stosunkowo mało jest w tym środowisku zwierząt roślinożernych. Reprezentowane są one wyłącznie przez *Tardigrada*. Mało jest także form drapieżnych. Są to tylko niektóre *Acarina*, stanowiące zaledwie około 0,5% liczebności populacji zwierząt glebowych. W badanych glebach antarktycznych dominują saprofagi i bakteriofagi. Dlatego też fauna glebowa liczniejsza jest w środowiskach bogatszych w materię organiczną (z wyjątkiem obszarów dużych, czynnych kolonii lęgowych, co związane jest z wysoką koncentracją amoniaku).

Na osobne omówienie zasługują badania dotyczące bioenergetyki pingwinów z rodzaju *Pygoscelis*, a szczególnie gniazdowego okresu rozwoju

tych najliczniejszych w rejonie Stacji im. H. Arctowskiego ptaków. Już w czasie II Wyprawy Antarktycznej PAN zebrano materiał, który pozwolił na wykreślenie krzywych wzrostu oraz poznanie zmian wartości kalorycznej i składu chemicznego ciała od wyklucia się piskląt z jaj do rozpoczęcia przez nie samodzielnego życia [17]. Stwierdzono bardzo intensywny wzrost (od 0,8 do 2,2 kcal/g) wartości kalorycznej biomasy i równoczesne zmniejszanie się uwodnienia tkanek młodych pingwinów z 85% do poniżej 65%. W sumie, w okresie od pierwszego dnia życia do początku procesu pierzenia się, pisklęta pingwinów z rodzaju *Pygoscelis* wykorzystują na budowę swego ciała od około 8500 do 11 000 kcal energii zawartej w pokarmie.

Bardzo interesujące są wyniki badań tempa metabolizmu piskląt *Pygoscelis antarctica* i *P. papua* wykonane przez Taylora w szerokim zakresie temperatur otoczenia — od -30°C do $+35^{\circ}\text{C}$ (w przygotowaniu). Umożliwiło to wyznaczenie stref termoneutralnych i wykreślenie krzywych termoregulacji dla obu gatunków w okresie od wyklucia do zakończenia pierzenia się młodych ptaków. Okazało się, że świeżo wyklute pisklęta są całkowicie zmienno-ciepne i osiągają zdolności termoregulacyjne dopiero około 15 dnia życia. Tempo metabolizmu najmłodszych piskląt jest wprost proporcjonalne do temperatury otoczenia, a od około 25 dnia życia metabolizm ich można opisać modelem Scholandera. Dla piskląt stałocięplnych charakterystyczna jest szeroka strefa termoneutralna (od około -10°C do blisko $+20^{\circ}\text{C}$).

Pomiary wykazały, że istnieją bardzo wyraźne różnice w możliwościach produkcji ciepła obu badanych gatunków. Już jednodniowe pisklęta *P. antarctica* mogą produkować znacznie więcej ciepła i utrzymywać wyższą temperaturę ciała niż *P. papua*. Jest to najprawdopodobniej związane z różnicami w zasięgu geograficznym tych gatunków.

Dane powyższe uzupełnione zostały badaniami właściwości izolacyjnych puchu i piór ptaków w różnym wieku i przy różnej szybkości wiatru (od 0 do 15 m/s) oraz współczynników absorpcji promieniowania słonecznego przez pisklęta (Taylor — w przygotowaniu). Umożliwia to porównanie adaptacji *P. papua* i *P. antarctica*, dotyczących możliwości produkcji i zachowania ciepła.

Na podstawie omówionych wyżej badań wyliczono, że w czasie całego rozwoju, od wyklucia do wejścia do wody, *P. antarctica* zużywają na respirację około 14 800 kcal, a *P. papua* 19 600 kcal energii. Skumulowana wartość współczynnika wydajności produkcji $K_2 = P/A \cdot 100$, wynosi dla *P. antarctica* 48%, a dla *P. papua* 44%, czyli znacznie więcej niż u piskląt innych, zbadanych pod tym względem, gatunków ptaków.

Wyniki badań bioenergetycznych, łącznie z zebranymi przez Jabłońskiego [8] danymi populacyjnymi, posłużą do opracowania modelu przepływu energii przez kolonie pingwinów z rodzaju *Pygoscelis* z rejonu Zatoki Admiralicji (Myrcha i Taylor — w przygotowaniu).

Niezwykle pomocne przy wyliczaniu bilansu energetycznego pingwinów okazały się mikroklimatyczne badania przeprowadzone przez Moczydłowskiego (w przygotowaniu) w różnej wielkości i różnie położonych koloniach tych ptaków. Stwierdził on istnienie wyraźnego wpływu warunków klimatycznych i ukształtowania terenu na wybór miejsc lęgowych przez pingwiny. Ponadto otrzymane przez Moczydłowskiego wyniki świadczą, że obecność pingwinów

w kolonii w znaczny sposób modyfikuje panujące tam warunki mikroklimatyczne; dotyczy to zwłaszcza temperatury gruntu i powietrza, szybkości wiatru, ochładzania oraz albedo.

Poza pingwinami, szczegółowymi badaniami objęto w rejonie Zatoki Admiralicji trzy gatunki ptaków z rzędu rurkonosych: *Oceanites oceanicus*, *Fregetta tropica* i *Macronectes giganteus*. W czasie dwóch sezonów lęgowych 1979/1980 i 1980/1981 rozpoznano ich rozmieszczenie oraz oceniono liczebność (Wasilewski — w przygotowaniu). Stwierdzono, że petrel Wilsona (*O. oceanicus*) występuje na wszystkich odcinkach wybrzeża Zatoki Admiralicji, gdzie znajdują się zwały rumoszu skalnego przydatnego do zakładania gniazd. Wielkość poszczególnych kolonii lęgowych określona jest rozciągłością rumoszu skalnego i w większości przypadków nie przekracza 100 par. Trzy największe skupienia tego gatunku występowały w rejonie przylądka Demay — około 450 par i przylądka Thomasa — około 300 par. Łączną liczebność *O. oceanicus* w rejonie Zatoki Admiralicji oszacowano na około 2000 par.

Dominującym składnikiem pokarmu, zarówno osobników dorosłych jak i piskląt tego gatunku, jest kryl (przede wszystkim *Euphausia superba*), a uzupełnienie stanowią różne gatunki *Amphipoda* i larwy ryb. *Oceanites oceanicus* charakteryzuje się wyjątkowo długim okresem składania jaj, który trwa od połowy grudnia do połowy lutego (67 dni), przy czym przebieg zniesień w poszczególnych koloniach zależy od występowania pokrywy śnieżnej. Ustalono, że okres inkubacji wynosi średnio 43 dni, a pisklęta przebywają w gnieździe około 59 dni. Interesujące jest występowanie u tego gatunku dużej śmiertelności jaj i piskląt (70—75%), a niewielkiej — osobników dorosłych (około 11%).

Fregetta tropica nie notowano dotąd na Wyspie Króla Jerzego jako gatunku lęgowego. W rejonie Zatoki Admiralicji Wasilewski (w przygotowaniu) ocenił jego liczebność na około 240 par. Na podstawie badań obejmujących dwa sezony rozrodcze stwierdził on duże podobieństwo krzywych wzrostu piskląt *O. oceanicus* i *F. tropica*. Wydaje się, że o przebiegu krzywych wzrostu u obu gatunków decyduje usytuowanie gniazda i wynikająca z niego ekspozycja pisklęcia na niekorzystne warunki atmosferyczne.

Wasilewski wykrył także istnienie u tych gatunków ciekawego mechanizmu adaptacji fizjologicznej, umożliwiającego przeżywanie piskląt w przypadku nawet kilkudniowego zablokowania gniazd przez opady śniegu. Pisklęta osiągają ciężar ciała znacznie przekraczający ciężar osobników dorosłych (do 100%), a także potrafią bardzo szybko odbudowywać straty ciężaru ciała poniesione w czasie złych warunków atmosferycznych.

Wasilewski (w przygotowaniu) stwierdził w rejonie Zatoki Admiralicji gnieźdzenie się 236 par *Macronectes giganteus*. Liczebność słabo zintegrowanych kolonii tego gatunku (na ogół kilkanaście par) uwarunkowana jest wielkością powierzchni dogodnej do gniazdowania i umożliwiającej jednocześnie łatwy start do lotu. Ustalono, że okres inkubacji trwa u petreła olbrzymiego średnio 61 dni, pisklęta przebywają w gnieździe przeciętnie aż 118 dni, a długość całego cyklu rozrodczego badanej populacji wynosi 207 dni. Pisklęta tego gatunku są znacznie mniej wrażliwe na działanie niekorzystnych warunków atmosferycznych w porównaniu z małymi gatunkami ptaków rurkonosych. W związku z tym również krzywe wzrostu petreli olbrzymich

charakteryzują się znacznie mniejszą zmiennością indywidualną w porównaniu z krzywymi wzrostu *Oceanites oceanicus* i *Fregetta tropica*.

W sezonie letnim 1977/78 na Stacji im. H. Arctowskiego rozpoczęto również badania z zakresu ekologicznej fizjologii ptaków antarktycznych. Zbadano obraz morfologiczny i wskaźniki hemoglobinowe u dorosłych osobników *Pygoscelis adeliae*, *P. antarctica*, *P. papua*, *Larus dominicanus*, *Stercorarius skua maccormicki*, *Sterna vittata* i *Oceanites oceanicus* [18, 19]. Wykazano, że istnieje zależność pomiędzy funkcją oddechową jednostki objętości krwi a ciężarem ciała ptaków nienurkujących. Wśród przebadanych pingwinów, pod względem możliwości przenoszenia tlenu przez jednostkę objętości krwi, najlepiej przystosowany jest do zimnego, antarktycznego klimatu *P. adeliae*, a nieco słabiej *P. papua*. Wskaźniki krwi *P. antarctica* osiągają wartości pośrednie.

Określono również zmiany obrazu czerwonokrwinkowego i rozwój funkcji oddechowej jednostki objętości krwi w czasie rozwoju gniazdowego pingwinów [11]. Stwierdzono powolny rozwój funkcji oddechowej i osiągnięcie poziomu wartości wskaźników ptaków dorosłych dopiero w końcu drugiego miesiąca życia piskląt, to jest w okresie zmiany upierzenia.

Ekologiczne badania ornitologiczne prowadzone były również poza rejonem Zatoki Admiralicji. Latem 1979 r. Jabłoński [6] przeprowadził rejestrację awifauny Wyspy Penguin. Stwierdził on występowanie na tej wyspie 11 gatunków ptaków lęgowych i opisał największą na Szetlandach Południowych kolonię *Macronectes giganteus*, liczącą 512 gniazd. W czasie sezonu letniego 1980/1981, wykorzystując możliwości lotów helikopterem, Jabłoński sporządził mapę kolonii pingwinów na całym obszarze Wyspy Króla Jerzego (w przygotowaniu). Większość opisanych przez niego miejsc lęgowych tych ptaków, zwłaszcza na północnym wybrzeżu wyspy, nie była dotąd wykazywana.

Starck [32] zbadał w styczniu 1979 r. liczebność 7 gatunków ptaków, rozmnażających się na wyspie Haswell w pobliżu radzieckiej Stacji Mirnyj. Latem 1980/1981 autor ten prowadził także obserwacje ornitologiczne w Antarktyce Zachodniej, w ramach międzynarodowego programu badawczego BIOMASS - FIBEX.

Niezwykłe owocne okazały się przeprowadzone latem 1979/1980 badania z zakresu mikrobiologii gleby i fitoekologii rejonu Zatoki Admiralicji. Poza omówionymi już wyżej badaniami udziału bakterii w mineralizacji materii organicznej [26], Piotr (w przygotowaniu) opracował mikrobiologiczną charakterystykę gleb okolic Stacji im. H. Arctowskiego. Stwierdził on, że tzw. gleby ornitogenne i pokryte asocjacjami roślinnymi, znajdującymi się pod wpływem oddziaływania roztworów wodnych płynących z kolonii ptaków, zawierają znaczne ilości bakterii ($2-40 \times 10^6$ /1 g s.m.) w warstwie powierzchniowej. Liczebność bakterii proteolitycznych i amonifikatorów w tych glebach waha się od kilku do kilkuset tysięcy w jednym gramie, natomiast jedynie sporadycznie stwierdzano w nich obecność bakterii wiążących wolny azot. W drugiej grupie gleb, nie pokrytych roślinnością lub porośniętych zespołami z *Usnea antarctica*, *Drepanocladus uncinatus* i *Calliergidium austrostramineum*, ogólna liczebność bakterii waha się w stosunkowo wąskich granicach: $17-68 \times 10^3$ /1 g s.m. Charakterystyczna dla nich jest znacznie większa ilość nitrifikatorów i bakterii wiążących wolny azot. We wszystkich

glebach pokrytych roślinnością występują duże ilości grzybów pleśniowych.

Niezwykle interesujące było stwierdzenie obecności znacznej ilości bakterii o właściwościach antagonistycznych w stosunku do grzybów w tzw. glebach ornitogennych. Obecnie prowadzone są badania nad aktywnością wytwarzania substancji antygrzybowych przez te bakterie.

Badania fitosocjologiczne i fitogeograficzne roślinności lądowej terenów przylegających do Zatoki Admiralicji, a także innych obszarów Szetlandów Południowych (półwysep Fildes, wyspa Ardley, wyspa Deception) przeprowadził Ochyra (w przygotowaniu). W rejonie Zatoki Admiralicji stwierdził on występowanie dwóch gatunków roślin naczyniowych, 45 gatunków mchów, 11 gatunków wątrobowców i blisko 90 gatunków porostów.

Na podstawie badań fitosocjologicznych Ochyra stwierdził, że zbiorowiska roślinne z rejonu Zatoki Admiralicji, podobnie jak i w innych częściach morskiej Antarktyki, utworzone są głównie przez rośliny zarodnikowe. Istnieje jednak kilka zbiorowisk, w których ważną rolę odgrywają rośliny naczyniowe — *Deschampsia antarctica* i *Colobanthus quitensis*. Autor ten przedstawił zwarty system fitosocjologiczny zbiorowisk tego regionu obejmujący 20 zespołów roślinnych zgrupowanych w trzech klasach: azotolubnych zbiorowisk porostów naskalnych, zbiorowisk suchych i ubogich siedlisk naskalnych i naziemnych oraz hydrofilnych zbiorowisk antarktycznej tundry mszystej. Stwierdził on również, że na rozwój roślinności tego obszaru duży wpływ mają takie czynniki siedliskowe jak: dostępność wody, ekspozycja, wysokość nad poziom morza, stabilność podłoża. Duże znaczenie lokalne mają również czynniki biotyczne, które w decydujący sposób wpływają na rozwój niektórych typów roślinności.

Niezwykle pomocne w badaniach rozmieszczenia kolonii zwierzęcych i zbiorowisk roślinnych na wybrzeżu Zatoki Admiralicji okazały się zdjęcia lotnicze, wykonane w czasie III Wyprawy Antarktycznej PAN 1978/1979 [2, 3], a także wielobarwna mapa rejonu Zatoki Admiralicji w skali 1 : 250 000 w odwzorowaniu Merkatora [4]. W rezultacie sporządzono wiele interpretacyjnych map tematycznych środowiska morskiego i lądowego, z których część znajduje się już w druku.

Wykorzystanie nadzorowanej interpretacji zdjęć wielospektralnych rozpoczęło się od sporządzenia mapy rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych w bezpośrednim sąsiedztwie Stacji im. H. Arctowskiego [5]. Metoda ta okazała się szczególnie przydatna do kartowania płatów różnych zespołów występujących w Antarktyce, ze względu na olbrzymią mozaikowatość zbiorowisk roślinnych tego obszaru, spowodowaną znaczną zmiennością czynników ekologicznych. Obecnie Furmańczyk i Ochyra pracują nad mapami fitosocjologicznymi innych okolic Zatoki Admiralicji, szczególnie przylądka Llano, gdzie uwidoczni się wpływ tak istotnego czynnika, jakim jest obecność dużych kolonii lęgowych pingwinów. Furmańczyk i Jabłoński opracowują także mapy rozmieszczenia kolonii lęgowych pingwinów, petreli olbrzymich i kormoranów.

Od momentu założenia Stacji im. H. Arctowskiego rejon Zatoki Admiralicji stał się także obszarem badań stopnia zanieczyszczenia antarktycznego środowiska naturalnego i jego poszczególnych elementów. Od lata 1978/1979 prowadzona była stała rejestracja akumulacji skażeń pochodnymi DDT

w łańcuchach troficznych ekosystemu strefy przybrzeżnej. Łukowski [15] oraz Łukowski i Halba (w przygotowaniu) zbadali zebrane w pełnych cyklach rocznych próbki z dominujących gatunków zwierząt bezkręgowych i kręgowców oraz osadów dennych, co pozwoli również na określenie tempa cyrkulacji tych substancji.

Analiza próbek lodu pochodzących z różnych miejsc i poziomów lodowców tego rejonu świadczy, że znalezione w nich zanieczyszczenia radionuklidami naturalnymi i metalami ciężkimi pochodzą z globalnej puli skażeń atmosferycznych, a nie ze źródeł lokalnych [31] i są niższe od stężeń w innych obszarach kuli ziemskiej. Uzupełnieniem tych badań są pomiary zawartości jodu i rtęci w aerozolu morskim [1] oraz dwutlenku siarki i fluoru w atmosferze wykonane w różnych punktach Wyspy Króla Jerzego [15].

Tematykę limnologiczną, którą polscy biolodzy podjęli w początkach swej działalności w Antarktyce [21—23] reprezentują też ostatnie prace Rakusa-Suszczewskiego i Lipskiego [30] oraz Jurasza, Kittla i Preslera [10] wykonane już w ramach wypraw do Stacji im. H. Arctowskiego.

Przedstawiony powyżej przegląd lądowych badań ekologicznych świadczy o bardzo szerokim wachlarzu zainteresowań polskich naukowców problemami funkcjonowania ekosystemów antarktycznych. Pomimo jednak tej różnorodności zainteresowań, główne kierunki badawcze to struktura i organizacja populacji dominujących gatunków, związki pomiędzy tymi populacjami, oraz ich rola w przepływie energii i obiegu materii w antarktycznych układach ekologicznych. Prace te łączą się ściśle z prowadzonymi równolegle badaniami chemizmu i dynamiki wód Zatoki Admiralicji oraz ekologii większości grup żyjących w niej organizmów roślinnych i zwierzęcych.

Wspólnym celem tego długoletniego, polskiego narodowego programu badań antarktycznych jest opracowanie monografii rejonu Zatoki Admiralicji oraz, poprzez rozpoznanie dróg przepływu energii i obiegu materii w tym środowisku, skonstruowanie modelu funkcjonowania antarktycznego ekosystemu strefy przybrzeżnej. Należy równocześnie podkreślić, że program ten jest jednym z najbardziej zwartych i konsekwentnie realizowanych narodowych biologicznych programów badań w Antarktyce.

LITERATURA

1. Felkier L. — *Studies of microstructural characteristics of an exchange of an iodine and mercury between the sea and atmosphere in natural Antarctic conditions*. Pol. Polar Res. 2 (1—2), 7—15, 1981.
2. Furmańczyk K. — *Prace fotointerpretacyjne w Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego w sezonie badawczym 1978/1979*. Mat. IX Ogólnopol. Konf. Fotointerpr. Wyd. UŚ Katowice, 1980.
3. Furmańczyk K. — *Polskie prace fotointerpretacyjne w Antarktyce*. Geografski List, 27—28, 1980.
4. Furmańczyk K., Marsz A. — *Zatoka Admiralicji. Barwna mapa sytuacyjna 1 : 250 000*. OPGK Szczecin, 1980.
5. Furmańczyk K., Ochyra R. — *Plant communities of the Admiralty Bay region (King George Island, South Shetland Islands, Antarctic). I. Jasnorzewski Gardens*. Pol. Polar Res. 3 (1—2), 25—39, 1982.

6. Jabłoński B. — *Distribution and numbers of birds and pinnipeds of Penguin Island (South Shetland Islands) in January 1979*. Pol. Polar Res. 1 (1), 109—116, 1980.
7. Jabłoński B. — *Diurnal activity of penguins and the problem of the estimation of their numbers (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res., w druku.
8. Jabłoński B. — *Distribution, numbers and biomass of the summer birds community in the region of the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res., w druku.
9. Jabłoński B. — *Distribution, numbers and breeding preferences of penguins in the region of the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands) in the season 1979/1980*. Pol. Polar Res., w druku.
10. Jurasz W., Kittel W., Presler P. — *Life cycle of Branchinecta gaini Daday, 1910 (Branchiopoda, Anostraca) of the King George Island, South Shetland Islands*. Pol. Polar Res., w druku.
11. Kostecka-Myrcha A., Myrcha A. — *Hematological studies on antarctic birds. II. Changes of the hematological indices during the development of the pygoscelid penguins*. Pol. Polar Res. 1 (2—3), 175—181, 1980.
12. Krzemiński W. — *Southern elephant seal (Mirounga leonina L.) of Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands). Its numbers and activity during moulting season in summer 1978/1979*. Pol. Polar Res. 2 (1—2), 143—152, 1981.
13. Kuntze R. — *Problemy zoogeograficzne wysp Kerguelen*. Kosmos B, 61, 1—31, 1936.
14. Lipiński M., Moyciechowski M. — *Cephalopods in the food of Weddell seals from the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res. 2 (3—4), 163—167, 1981.
15. Łukowski A. B. — *DDT and its metabolites in Antarctic birds*. Pol. Arch. Hydrob., 25, 729—738, 1978.
16. Molski B., Bytnerowicz A., Dmuchowski W. — *Air pollution with sulphur dioxide and fluorine compounds in the vicinity of the Arctowski Station, King George Island, South Shetland Islands*. Pol. Polar Res. 2 (1—2), 87—93, 1981.
17. Myrcha A., Kamiński P. — *Changes in body calorific values during nestling development of penguins of the genus Pygoscelis*. Pol. Polar Res. 3 (1—2), 81—88, 1982.
18. Myrcha A., Kostecka-Myrcha A. — *Blood picture in some species of antarctic birds*. Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 27, 911—915, 1979.
19. Myrcha A., Kostecka-Myrcha A. — *Hematological studies on antarctic birds. I. Hematological indices in some species of the birds studied during austral summer*. Pol. Polar Res. 1 (2—3), 169—173, 1980.
20. Myrcha A., Teliga K. — *Observations of pinnipedian mammals in the vicinity of Arctowski Station, King George Island, in 1978*. Pol. Polar Res. 1 (1), 117—126, 1980.
21. Opaliński K. W. — *Flora and fauna in freshwater bodies of the Thala Hills Oasis (Enderby Land, Eastern Antarctica)*. Pol. Arch. Hydrob., 19, 383—398, 1972.
22. Opaliński K. W. — *Freshwater fauna and flora in Haswell Island (Queen Mary Land, Eastern Antarctica)*. Pol. Arch. Hydrobiol. 19, 377—381, 1972.
23. Opaliński K. W. — *Diatomovye vodorosli vodoemov v okrestnostjakh stancii Molodeżnoj*. Inf. Bull. Sov. Antarkt. Eksped. 87, 70—73, 1973.
24. Opaliński K. W., Łukowski A. B. — *DDT in antarctic sediments*. Pol. Arch. Hydrob., 26, 579—582, 1979.
25. Orliczowa J. — *Szkic geograficzny wysp Kerguelen*. Kosmos B, 64, 175—220, 1939.
26. Pietr S. J., Tatur A., Myrcha A. — *Mineralization of penguins excrements at Admiralty Bay (King George Island, Antarctic)*. Pol. Polar Res. w druku.
27. Presler P. — *Phenological and physiographical observations carried out during the first wintering at the Arctowski Station in 1977*. Pol. Arch. Hydrob., 27, 245—252, 1980.
28. Rakusa-Suszczewski S. — *The role of near-shore research in gaining an understanding of the functioning of the Antarctic ecosystem*. Pol. Arch. Hydrob., 27, 229—233, 1980.

29. Rakusa-Suszczewski S. — *Environmental conditions and the functioning of Admiralty Bay (Shouth Shetland Islands) as part of the near shore Antarctic ecosystem*. Pol. Polar Res. 1 (1), 11—17, 1980.
30. Rakusa-Suszczewski S., Lipski M. — *A new lake type on Penguin Island, South Shetland Islands*. Pol. Arch. Hydrobiol. 27, 253—257, 1980.
31. Soszka G. J., Suplińska M. M., Barański A., Grzybowska D., Pietruszewski A. — *Trace metals, fluorine and radionuklides in antarctic krill Euphausia superba Dana*. Pol. Polar Res. 2 (3—4), 109—117, 1981.
32. Starck W. — *The avifauna of Haswell Island (East Antarctica) in summer of 1978/1979*. Pol. Polar Res. 1 (2—3), 183—196, 1980.
33. Starck W. — *The occurrence of Pinnipedia in region of Mirnyj and Leningradskaja Stations (East Antarctica) in summer of 1978/1979*. Pol. Polar Res. 1 (2—3), 197—206, 1980.
34. Szymkiewicz D. — *Szkice z geografii roślin. I. Oceaniczne wyspy subantarktyczne. II. Wyspy St. Paul, Nowy Amsterdam i Tristan da Cunha*. Kosmos B, 60, 185—219, 1935.
35. Szymkiewicz D. — *Szkice z geografii roślin. VII. Falklandy*. Kosmos B. 62, 149—179, 1937.
36. Weiner J., Woyciechowski M., Zieliński J. — *An attempt to determine the digestibility of natural food in antarctic seals using tracer method. A preliminary study*. Pol. Polar Res. 2 (1—2), 207—216, 1981.
37. Woyciechowski M. — *Numbers and activity of Weddell seal (Leptonychotes weddelli Lesson) in the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands) in summer 1978/1979*. Pol. Polar Res. 1 (2—3), 153—163, 1980.
38. Volkman N. J., Presler P., Trivelpiece W. — *Diets of Pygoscelid penguins at King George Island, Antarctic*. Condor, 82, 373—378, 1980.
39. Zieliński K. — *Benthic macroalgae of Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands) and circulation of algal matter between the water and shore*. Pol. Polar Res. 2 (3—4), 71—94, 1981.

ŚWIAT ROŚLINNY ANTARKTYKI

WSTĘP

W naukowym poznawaniu Antarktyki badania botaniczne bardzo długo pozostawały w tyle za innymi dyscyplinami. Wiąże się to głównie z tym, że w dawnych wyprawach antarktycznych nie brali udziału botanicy, sądzono bowiem powszechnie, że skrajnie zubożała flora tego lodowego kontynentu nie jest dostatecznie interesującym obiektem badań. Dlatego też nasza znajomość szaty roślinnej Antarktyki aż do lat sześćdziesiątych opierała się na nielicznych i bardzo powierzchownych obserwacjach, przeważnie z początku naszego stulecia [5—9, 86, 87]. Polskiemu czytelnikowi problemy botaniczne dalekiego południa przybliżył Szymkiewicz [98, 99], natomiast Szafer [97] dokonał obszernego porównania flory i roślinności obszarów arktycznych i antarktycznych. Niestety, zgodnie z ówczesnymi poglądami, szaferowska Antarktyka obejmuje całe państwo roślinne *Holantartctis* w dzisiejszym tego słowa znaczeniu.

Pionierem badań botanicznych w Antarktyce był znakomity botanik angielski Joseph Dalton Hooker, uczestnik słynnej wyprawy J. C. Rossa na statkach „Terror” i „Erebus” w latach 1839—1843. W swoim dziele „*Flora Antarctica*” [44] przedstawił on między innymi wykaz i opis roślin zebranych na małej wysepce Cockburn, położonej w bliskim sąsiedztwie półwyspu Trinity (szer. 64° 12' S, dł. 56° 51' W), czyli we właściwej Antarktyce. Od tego czasu rośliny znajdowano na południu w coraz to większych szerokościach geograficznych. W zachodniej Antarktyce znaleziono mchy i porosty na Point Ablation (szer. 70° 48' S, dł. 68° 22' W) [32, 55]. We wschodniej Antarktyce rośliny były obserwowane jeszcze dalej na południe. W czasie amerykańskiej wyprawy R. E. Byrda (1933—1935) znaleziono mchy i porosty [85] na Ziemi Marie Byrd (szer. 76—78° S), a cztery gatunki porostów (*Lecidea blackburnii*, *L. cancriformis*, *L. painei*, *Protoblastenia citrinigricans*) zebrano z Mt. Scudder (szer. 86° 03' S, dł. 150° 40' W), położonej w odległości zaledwie 350 km od bieguna południowego [24].

PODZIAŁ FITOGEOGRAFICZNY ANTARKTYKI

Antarktyka wchodzi w skład *Holantartctis*, państwa roślinnego rozpościerającego się na morzach i lądach skupionych wokół bieguna południowego.

Północną jego granicę wyznacza w przybliżeniu linia konwergencji subtropikalnej. Wewnętrzny podział tego obszaruow jednego z największych państw roślinnych na kuli ziemskiej był długo przedmiotem licznych sporów i dyskusji. Ostatecznie powszechną akceptację uzyskał podział zaproponowany niezależnie przez Godleya, Skottsberga i Wace'a [30, 89, 101]. Stworzony on został na podstawie kryteriów klimatycznych i fitogeograficznych. W myśl jego podstawowych założeń, Holantarktyka dzieli się na trzy obszary fitogeograficzne (rys. 1).



Rys. 1. Obszary fitogeograficzne Holantarktyki

1. Antarktykę, obejmującą cały kontynent Antarktydy wraz z przylegającymi doń wyspami. Północną jej granicę wyznacza równoleżnik 60° szerokości geograficznej południowej, co pokrywa się dość dokładnie z linią dywergencji antarktycznej. Na podstawie ogólnego podobieństwa roślinności

i klimatu włączone zostały do Antarktyki archipelag wysp Sandwich Południowy oraz samotna Wyspa Bouveta. Średnie temperatury poszczególnych miesięcy nie przekraczają tu nigdy $+1,5^{\circ}\text{C}$. W związku z tym szczególnie ważne dla życia roślin stają się warunki mikroklimatyczne, kształtowane w znacznej mierze przez bezpośrednie promieniowanie słońca.

W Antarktyce można z kolei wyróżnić dwie prowincje fitogeograficzne [41]:

a) morską Antarktykę, która obejmuje Wyspę Bouveta, Sandwich Południowy, Orkady Południowe, Szetlandy Południowe oraz zachodnie wybrzeża Półwyspu Antarktycznego. Ma ona klimat typowo oceaniczny. W lecie przynajmniej jeden miesiąc ma średnią temperaturę powyżej 0°C . Dla przykładu w rejonie Zatoki Admiralicji na Wyspie Króla Jerzego (Szetlandy Południowe) średnie temperatury miesięcy letnich w latach 1948–1960 wynosiły [69]: grudzień $+0,5^{\circ}\text{C}$, styczeń $+1,3^{\circ}\text{C}$, luty $+1,3^{\circ}\text{C}$, marzec $+0,2^{\circ}\text{C}$. W zimie natomiast średnie miesięczne temperatury rzadko spadają poniżej -10°C (w wymienionym już rejonie Zatoki Admiralicji średnia temperatura lipca z tych lat wynosi $-8,0^{\circ}\text{C}$). Opady mają często postać deszczu, a ich suma roczna waha się od 150 do 400 mm (w rejonie Zatoki Admiralicji średnia z lat 1944–1963 wynosi 300 mm).

b) kontynentalną Antarktykę, obejmującą wschodnie wybrzeża Półwyspu Antarktycznego oraz pozostałą masę kontynentu. Średnie temperatury miesięczne są tu zawsze niższe od 0°C , a w zimie często spadają poniżej -20°C . Opady mają najczęściej postać śniegu, a ich suma roczna jest rzędu kilkudziesięciu milimetrów. Suchość klimatu jest więc dodatkowym czynnikiem wywierającym niekorzystny wpływ na życie roślin.

2. Subantarktykę, do której należy wiele wysp rozrzuconych w bezmiarze wód Południowego Oceanu Lodowatego (Georgia Południowa, Marion, Księcia Edwarda, Heard, McDonald, Crozet, Kerguelena, Macquarie). Średnie temperatury przynajmniej przez pół roku są dodatnie. Roczna suma opadów jest bardzo wysoka i przekracza 1000 mm, np. Georgia Południowa ma 1500 mm, a Marion aż 2200 mm. We florze dominują rośliny zielne, mszaki i porosty. Tworzą one bujnie rozwinięte zbiorowiska trawiastej tundry i torfowiska.

3. Zimną strefę umiarkowaną obejmującą południową Patagonię, Ziemię Ognistą, Falklandy oraz wyspy Tristan da Cunha, Gough, St. Paul, Amsterdam, Campbell i Auckland. Północną granicę tego obszaru wyznacza linia konwergencji subtropikalnej. Przynajmniej dwa miesiące w roku mają średnią temperaturę powyżej $+8,5^{\circ}\text{C}$, a dalszych siedem miesięcy powyżej $+5,4^{\circ}\text{C}$. Obszar ten charakteryzuje się występowaniem (przynajmniej w niektórych prowincjach) roślinności drzewiastej.

HISTORIA I AKTUALNY STAN BADAŃ BOTANICZNYCH W ANTARKTYCE

Historia botanicznej eksploracji Antarktyki jest ściśle związana z historią wielkich wypraw odkrywczych, podejmowanych przez różne kraje w końcu XIX i na początku XX wieku. Serię takich wypraw zapoczątkowała słynna wyprawa belgijska na statku „Belgica”, której uczestnikami byli m.in. H. Arc-

towski i A. Dobrowolski. Niestety, od czasu J. D. Hookera żaden zawodowy botanik nie wziął udziału w wyprawach polarnych na południe. Jedynym chlubnym wyjątkiem jest tu Carl Skottsberg, uczestnik dwóch kolejnych wypraw szwedzkich w latach 1901—1903 i 1907—1909, świetny botanik i z czasem najwybitniejszy znawca flory i roślinności chłodnych i zimnych rejonów półkuli południowej. Wprawdzie poświęcił się on głównie badaniu szaty roślinnej Patagonii, Falklandów i Georgii Południowej, ale jego zbiory z Antarktyki miały kapitalne znaczenie i stały się podstawą wielu opracowań [14, 16, 21, 94, 95, 102].

Najczęściej jednak zbiory botaniczne były robione przez różnych, często przypadkowych zbieraczy, a następnie przekazywane specjalistom w Europie do opracowania. W ten sposób mchy trafiały głównie do J. Cardota [10—15], wątrobowce do F. Stephaniego [93—95], a porosty do A. M. Hue [46, 47] i O. V. Darbishire [20—22].

W latach międzywojennych panował zastój w badaniach botanicznych Antarktyki, a jedyne godne uwagi wyniki [4, 24] uzyskano na podstawie materiałów z amerykańskiej wyprawy R. E. Byrda (1933—1935). Renesans badań botanicznych rozpoczął się dopiero w latach sześćdziesiątych, kiedy wiele państw założyło stałe stacje naukowe w Antarktyce. Umożliwiło to prowadzenie badań stacjonarnych przez botaników zawodowych, a przez to również znaczne rozszerzenie problematyki badawczej.

Szczególnego znaczenia nabrały zwłaszcza badania autekologiczne, mające na celu wyjaśnienie mechanizmów adaptacyjnych roślin do życia w skrajnie trudnych warunkach polarnych. Rośliny antarktyczne odznaczają się ogólnie bardzo słabym tempem wzrostu i w większości przypadków ograniczonym rozmnażaniem płciowym, co może mieć różne przyczyny. U mchów np. ograniczenie płodności spowodowane jest z jednej strony właściwościami biologicznymi samych roślin (brak równowagi między osobnikami męskimi i żeńskimi, albo czasami zupełny brak jednej z płci, przestrzenna izolacja roślin męskich i żeńskich, z drugiej zaś strony warunkami zewnętrznymi (częsty brak wody niezbędnej przy zapłodnieniu, degenracja gamatangiów i sporogonów pod wpływem niskich temperatur, zbyt krótki okres wegetacyjny) [38, 45, 61, 66, 75]. W związku z tym liczne gatunki mchów wykształciły rozmaite sposoby rozmnażania wegetatywnego [38, 45, 80—83].

Bardzo interesujące badania dotyczą produkcji biomasy wielu gatunków mchów [3, 17, 18, 42, 60, 62, 64]. Uzyskane rezultaty wskazują, że ogólnie produkcja masy roślinnej spada w wyższych szerokościach geograficznych, chociaż czasami lokalne sprzyjające warunki mikroklimatyczne mogą łamać tę regułę [17, 60]. W porównaniu z innymi obszarami kuli ziemskiej uzyskane wartości są bardzo małe. Najlepiej ilustruje to tempo przyrostu torfu *Polytrichum strictum-Chorisodontium aciphyllum*, które na Wyspie Signy (Orkady Południowe) wynosi średnio 0,08 mm na rok [31].

Życie roślin w skrajnie trudnych warunkach polarnych możliwe jest w głównej mierze dzięki szczególnym przystosowaniom fizjologicznym, które umożliwiają normalny przebieg procesów życiowych [1]. Okazuje się, że na przykład porosty zachowują pełną żywotność jeszcze w temperaturze -75°C [54]. Badania przeprowadzone na Antarktydzie [2] wykazały, że wymiana

gazowa osiąga najwyższe tempo w przedziale temperatur -1°C — $+10^{\circ}\text{C}$, w stanie wilgotnym roślin i przy nie najwyższym natężeniu światła.

Fotosynteza i oddychanie u mchów zachodzą jeszcze w temperaturze -4°C ; poniżej tej wartości asymilacja ustaje, podczas gdy oddychanie może być jeszcze kontynuowane [18, 72—74, 76]. W sumie jednak rośliny antarktyczne nie wykształciły żadnych nowych mechanizmów adaptacyjnych. Mechanizmy te są zupełnie takie same, jak u roślin wysokogórskich, arktycznych czy pustynnych i odzwierciedlają reakcję roślin na dostępność wody, natężenie światła i skrajne temperatury.

Niezwykle pomyślnie rozwijają się w ostatnim 20-leciu badania synekologiczne. Przedmiotem ich jest przede wszystkim opis i klasyfikacja zbiorowisk roślinnych, ich charakterystyka ekologiczna i rozwój na tle warunków siedliskowych. Powierzchnowe opisy roślinności w pracach dawnych badaczy zostały teraz zastąpione świetnymi analizami florystyczno-ekologicznymi zbiorowisk roślinnych [90]. Stanowią one z kolei podstawę do opracowania systemu zbiorowisk roślinnych całej Antarktyki [29, 65, 91]. Kilka rejonów Antarktyki doczekało się już map rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych; mapy te opracowano zarówno tradycyjnymi metodami kartograficznymi [77], jak też przy zastosowaniu nowoczesnych metod wykorzystujących nadzorowaną interpretację zdjęć lotniczych [28].

Sporo uwagi i czasu poświęcają botanicy tradycyjnym, ale w dalszym ciągu ważnym badaniom florystycznym i taksonomicznym. Dzięki nim poznajemy coraz to nowe gatunki, rodzaje, a nawet rodziny flory Antarktyki. Zebrane materiały zielnikowe stanowią z kolei podstawę do badań taksonomicznych, mających na celu ostateczne wyjaśnienie statusu wielu taksonów i ich stosunku do pokrewnych jednostek z innych części świata.

FLORA ANTARKTYKI

Pod względem florystycznym Antarktyka jest wielką osobiliwością. Jest to bowiem jedyny obszar na kuli ziemskiej prawie zupełnie pozbawiony roślin naczyniowych. Są one tutaj reprezentowane tylko przez dwa gatunki rodzime: trawę — śmiałka antarktycznego (*Deschampsia antarctica* Desv.) i roślinę z rodziny goździkowatych — *Colobanthus quitensis* (Kunth.) Bartl. (= *C. crassifolius* Hook. f.) [88]. Występowanie ich jest ograniczone tylko do morskiej Antarktyki, a najdalej na południe wysunięte stanowiska tych roślin znajdują się na Wyspie Neny w zatoce Marguerite (szer. $68^{\circ}12'S$). Obie rośliny normalnie kwitną i owocują w warunkach krótkiego antarktycznego lata [26, 43, 53]. Występują one prawie wyłącznie na terenach nadmorskich i tylko sporadycznie znajdowane są powyżej 70 m n.p.m.

Obok tych dwóch rodzimych gatunków w Antarktyce znajdowano również gatunki synantropijne, zawleczone przez człowieka. Dotyczy to zwłaszcza dwóch gatunków traw — *Poa annua* i *P. pratensis* [53, 59, 78]. Surowy klimat i ograniczone możliwości zawlekania diaspory sprawiają, że zjawisko synantropizacji szaty roślinnej nie osiągnęło tu i na pewno nigdy nie osiągnie większej skali.

Dla porównania warto dodać, że w Subantarktyce liczba roślin naczy-

niowych gwałtownie wzrasta. Na Georgii Południowej występuje już 56 gatunków [33, 58], z których 24 należą do rodzimych, 8 to gatunki zawleczone, ale już w pełni zadomowione, a 24 gatunki były zawleczone przejściowo.

Antarktyka jest więc królestwem kryptogamów. Dominującą rolę w szacie roślinnej odgrywają mchy, porosty i glony, mniejszą wątrobowce i grzyby. W chwili obecnej nie da się jeszcze dokładnie ustalić liczby gatunków każdej z wymienionych grup roślin, a to z dwóch powodów. Z jednej strony badania florystyczne różnych rejonów Antarktyki przynoszą ciągle odkrycia wielu nowych gatunków, znanych dotychczas tylko z Subantarktyki lub nawet z Holarktydy. Z drugiej strony okazuje się, że rewizje taksonomiczne poważnie redukują liczbę gatunków dawniej opisanych do synonimów gatunków wcześniej już poznanych. Taka sytuacja panuje bez wyjątku we wszystkich grupach roślin występujących w Antarktyce. W szczegółach wygląda to następująco:

a. Mchy — do końca lat sześćdziesiątych z Antarktyki podano około 80 gatunków [34, 92]. W ostatnich latach brioflora Antarktyki wydatnie się wzbogaciła o nowe gatunki np. *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*, *Racomitrium austro-georgicum*, *Conostomum magellanicum*, *Encalypta rhaptocarpa*, *E. procera*, *Campyliadelphus polygamus*.

Do najpospolitszych mchów w Antarktyce należą gatunki z rodzajów *Andreaea* (*A. gainii*, *A. regularis*, *A. depressinervis*), *Tortula* (*T. excelsa*, *T. fuscoviridis*, *T. grossiretis*, *T. conferta*, *T. monoica*), *Polytrichum* (*P. strictum*, *P. alpinum*, *P. juniperinum*, *P. piliferum*), a ponadto takie gatunki jak *Ceratodon purpureus*, *Schistidium antarctici*, *Pohlia nutans*, *P. cruda*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Drepanocladus uncinatus*, *Calliargon sarmentosum*, *Brachythecium austro-salebrosum*.

Antarktyka nie ma własnych endemicznych rodzin ani rodzajów mchów. Uważany przez wiele lat za endemiczny rodzaj *Sarconeurum* (z jednym gatunkiem *S. glaciale*) został odnaleziony ostatnio na Ziemi Ognistej [35]. Liczba endemicznych gatunków jest w tej chwili nie do ustalenia, gdyż uważane za takie np. *Ceratodon grossiretis*, *Schistidium antarctici* czy *Platydictya densissima* mogą się okazać identyczne z gatunkami rosnącymi w Subantarktyce lub w innych częściach półkuli południowej.

Flora mchów Antarktyki jest przedmiotem intensywnych badań, głównie botaników angielskich, którzy zainicjowali opracowanie opisowej flory mchów tego obszaru [36]. Ogólnego podsumowania flory mchów wschodniej Antarktyki dokonała Sawicz-Lubickaja [79].

b. Wątrobowce — znane są wyłącznie z morskiej Antarktyki, gdzie dotychczas stwierdzono około 20 gatunków [100]. Najbogatszą hepatikoflorę stwierdzono na wyspach archipelagu Sandwich Południowy [40], co wiąże się z występowaniem licznych fumaroli w pobliżu czynnych wulkanów. Wszystkie gatunki należą do szeroko rozpowszechnionych w Subantarktyce (*Herzogobryum teres*, *Cephaloziella exiliflora*, *Hygrolembidium ventrosum*, *Cephalozia badia*, *Roivainenia jacquinotii*) i w Holarktyce (*Anthelia juratzkana*, *Barbilophozia hatcheri*, *Lophozia excisa*). Inne gatunki występują sporadycznie i nie odgrywają większej roli w zbiorowiskach roślinnych.

c. Porosty — są grupą roślin najlepiej przystosowaną do życia w surowych

warunkach polarnych i przez to najszerzej rozprzestrzenioną w całej Antarktyce. Dotychczas podano stąd 400 gatunków, przy czym tylko nieliczne taksony doczekały się nowoczesnych, krytycznych rewizji (np. *Buellia* i *Rinodina* [52], *Usneaceae* [51], *Pyrenocarpaceae* [50]), w wyniku których liczba gatunków opisanych jako antarktyczne wybitnie się zmniejszyła. Podobnie jak w przypadku mchów, obecnie prowadzone badania terenowe przyczyniają się do odkrywania ciągle nowych dla Antarktyki gatunków i rodzajów, np. *Hypogymnia*, *Pannaria*, *Umbilicaria cylindrica* (materiały niepublikowane zebrane przez autora na Wyspie Króla Jerzego).

Najpospolitszymi, a zarazem najefekowniejszymi porostami w Antarktyce, są krzaczkowate gatunki z rodziny *Usneaceae* (*Usnea antarctica*, *U. fasciata*, *U. sulphurea*, *U. aurantiaco-atra*, *Himantormia lugubris*, *Ramalina terebrata*), masowo porastające skały i kamienie. Na skałach w koloniach ptaków gromadnie występują nitrofilne gatunki, np. *Caloplaca regalis*, *C. cirrochrooides*, *Xanthoria elegans*, *X. candelaria*, których jaskrawo zabarwione plechy nadają skałom, które porastają niepowtarzalny koloryt, rozjaśniający szarzyznę antarktycznego krajobrazu. Poza tym bardzo pospolite i bogate w gatunki są rodzaje *Buellia*, *Caloplaca*, *Lecidea*, *Lecanora*, *Verrucaria*.

Także porosty nie mają w Antarktyce własnych endemicznych rodzajów. Uważany za taki rodzaj *Himantormia* występuje również na Georgii Południowej [56]. Wydaje się jednak, że wiele gatunków, np. *Verrucaria serpuloides*, *V. maurae*, *Buellia anisomera* nie występuje nigdzie poza Antarktyką.

Antarktyka doczekała się już własnej opisowej flory porostów [23]. Niestety, autor tego opracowania prezentuje w nim niezwykle wąskie ujęcie gatunków, które jest nie do przyjęcia z punktu widzenia nowoczesnej taksonomii. Dla kontynentu duże znaczenie ma opisowa flora Ziemi Mac Robertsona [27], która w pewnym stopniu może służyć do identyfikacji porostów z innych części Antarktyki.

d. Glony — z Antarktyki podano do chwili obecnej około 360 gatunków glonów lądowych [37], lecz podobnie jak w przypadku innych grup roślin, liczba ta jest zawyżona. Niestety, brak jest dotąd poważniejszych opracowań glonów antarktycznych.

Glony lądowe reprezentowane są w Antarktyce przez sinice (*Cyanophyta*), zielenice (*Chlorophyta*), różnowiciowce (*Xanthophyta*), złotowiciowce (*Chrysophyta*) i okrzemki (*Bacillariophyta*). Występują one na wszystkich możliwych typach siedlisk: na skałach, na humusie, w kępach mchów, na mokrej glebie, w wodzie kałuż i jezior. Pospolite są tu również glony żyjące na śniegu i lodzie, tworzące tzw. krioplankton. Nadaje on płatom śniegu bądź lodu barwę czerwoną, żółtą lub zieloną. Pospolitymi składnikami krioplanktonu są zielenice (*Chlamydomonas*, *Rhaphidonema*, *Scottiella*, *Chodatella*) oraz różnowiciowce (*Ochromonas*).

Jednym z najpospolitszych glonów lądowych jest zielenica *Prasiola crispa*. Jako typowy nitrofil, zajmuje ogromne nieraz powierzchnie w miejscach, gdzie naturalna roślinność zniszczona została przez zwierzęta. W głębi lądu, na siedliskach pozbawionych azotu, występują masowe zakwity sinic z rodzaju *Nostoc*.

c. Grzby — występują tylko w morskiej Antarktyce. Obecnie znanych jest stąd 6 gatunków podstawczaków (*Basidiomycetes*), 3 gatunki workowców

(*Ascomycetes*) oraz I gatunek śluzowca (*Myxomycetes*) [37]. Najpospolitszym grzybem kapeluszowym jest drobna *Omphalina antarctica*, dość licznie pojawiająca się w drugiej połowie stycznia wśród mchów i w kępach *Deschampsia antarctica* na wyspach Szetlandów Południowych [84 i obserwacje autora].

Bardzo pospolity jest w zachodniej Antarktyce workowiec *Thyronectria antarctica* var. *hyperantarctica*. Pasożytuje on na różnych gatunkach mchów, zwłaszcza na *Drepanocladus uncinatus*. Zainfekowane miejsca przyjmują postać jasnych, kolistych powierzchni na dywanach mszystych [63].

Najbardziej uderzającą cechą flory Antarktyki jest jej niezwykle ubóstwo w porównaniu z obszarami polarnymi na północy. W całej Antarktyce i w Subantarktyce występuje zaledwie 70 gatunków roślin naczyniowych [39], podczas gdy w Arktyce rośnie około 900 gatunków [70]. Zbliżone, a nawet jeszcze bardziej niekorzystne dla Antarktyki, są proporcje w innych grupach roślin.

Pochodzenie flory Antarktyki i przyczyny jej wielkiego ubóstwa nie zostały dotąd wyjaśnione w sposób zadowalający. Badania paleobotaniczne [19] dowiodły, że jeszcze w trzeciorzędzie występowała na Antarktydzie bujna roślinność drzewiasta, m.in. liczne gatunki *Nothofagus* i *Podocarpus*. Została ona jednak całkowicie zniszczona przez plejstocenske zlodowacenia. Analiza geograficzna współczesnej flory wskazuje jednoznacznie na jej allochtoniczne pochodzenie i ukształtowanie się w wyniku transoceanicznych migracji z ostoi położonych na wyspach i lądach północnej części Holantarktyki. Jak wykazały badania możliwości dalekiego transportu, zwłaszcza bardzo lekkich spor, są bardzo duże [103, 104].

Brak jest we florze Antarktyki endemicznych rodzajów, a większość gatunków jest szeroko rozprzestrzeniona w Subantarktyce. Nieliczne gatunki endemiczne lub pospolite w Antarktyce, a rzadkie w Subantarktyce, mogły przetrwać zlodowacenia *in situ*, na nunatakach. Izolowane stanowiska na Georgii Południowej takich gatunków jak *Andreaea depressinervis* czy *Himantormia lugubris* mogą być rezultatem współczesnych już migracji na północ.

Warto jeszcze wspomnieć o dość licznej grupie gatunków bipolarnych we florze Antarktyki. Są to gatunki pospolite z jednej strony w Arktyce i w górach Holarktydy, z drugiej zaś strony masowo występujące w Antarktyce. Jako przykłady takich gatunków można wymienić wśród mchów *Polytrichum alpinum*, *P. strictum*, *Calliergon sarmentosum*, *Distichium capillaceum*, wśród wątrobowców *Barbilophozia hatcheri*, *Lophozia excisa* i *Anthelia juratzkana*, a wśród porostów *Mastodia tessellata*, *Cystocoleus niger*, *Ochrolechia frigida*, *Haematomma erythromma*. Genezy tej zadziwiającej w świecie roślin dysjunkcji nikt jeszcze w sposób zadowalający nie wyjaśnił, mimo podejmowanych dość licznych prób w tym kierunku [25]. Wydaje się, że jedynym tłumaczeniem są tu dalekie migracje w kierunku północ - południe lub na odwrót. Niektóre z bipolarnych gatunków mają nawet pośrednie stanowiska w górach strefy międzyzwrotnikowej, np. *Drepanocladus uncinatus*, *Calliergon sarmentosum*, *Polytrichum piliferum*, *Xanthoria elegans*.

PROBLEMATYKA PRZYSZŁYCH BADAŃ ROŚLINNOŚCI ANTARKTYCZNEJ
I ZAGADNIENIE JEJ OCHRONY

Antarktyczna roślinność lądowa, chociaż utworzona w głównej mierze z roślin zarodnikowych, daje jedyną w swoim rodzaju możliwość badania wielu problemów dotyczących funkcjonowania ekosystemów i przebiegu procesów życiowych u roślin w skrajnych warunkach siedliskowych. Mimo że ostatnie lata przyniosły wiele znaczących osiągnięć w tej dziedzinie, na wiele istotnych pytań nie można jeszcze w tej chwili odpowiedzieć. Można jednak przypuszczać, że przynajmniej w najbliższej przyszłości badania botaniczne w Antarktyce będą koncentrowały się wokół trzech podstawowych zagadnień:

a) badania florystyczne i taksonomiczne, których rezultatem mają być opisowe flory poszczególnych grup roślin i mapy rozmieszczenia gatunków;

b) badania zbiorowisk roślinnych, zwłaszcza zaś praca nad utworzeniem jednolitego i spójnego systemu klasyfikacyjnego zbiorowisk roślinnych dla całej Antarktyki. Jest rzeczą oczywistą, że zrealizowanie tego zamierzenia zależeć będzie głównie od postępu prac taksonomicznych;

c) badania autekologiczne wybranych gatunków roślin w skali światowej. We florze Antarktyki występuje wiele gatunków kosmopolitycznych, których problemy biologiczne, takie jak adaptacja do skrajnych warunków, mogą być lepiej poznane i zrozumiane, gdy porówna się populacje tego samego gatunku z różnych części świata.

Wraz z rozwojem działalności ludzkiej w Antarktyce coraz bardziej widoczny staje się jej niekorzystny wpływ na środowisko przyrodnicze i żyjące w nim organizmy. Źródłem zaburzeń naturalnej szaty roślinnej są głównie zanieczyszczenia ściekami, odpadkami, materiałami pędnymi oraz wydeptywanie i rozjeżdżanie przez pojazdy mechaniczne. Niebagatelny wpływ na niszczenie roślinności może mieć również kolekcjonerstwo, a także nieświadome zawlekanie egzotycznych roślin.

Komitety Badań Naukowych w Antarktyce (SCAR) zaproponował, w związku z nasileniem się działalności ludzkiej w tym rejonie, wydzielenie „obszarów specjalnie chronionych” oraz „miejsz o szczególnym znaczeniu naukowym”. Celem tego przedsięwzięcia jest zachowanie naturalnych ekosystemów. Jest rzeczą oczywistą, że zasady ochrony przyrody muszą obowiązywać nie tylko w rezerwatach, ale również we wszystkich innych częściach nie objętych prawną ochroną, o ile myśli się o zachowaniu środowiska antarktycznego w naturalnym, niezmienionym stanie. Nie jest wykluczone, że nasze przetrwanie w przyszłości zależeć będzie od zrozumienia funkcjonowania takich „prostych” ekosystemów, wykształconych w skrajnie niesprzyjających warunkach środowiskowych.

POLSKIE BADANIA BOTANICZNE W ANTARKTYCE

Polskim botanikom ze zrozumiałych względów trudno było włączyć się w przeszłości w nurt badań flory i szaty roślinnej Antarktyki. Były one bowiem nierozdzielnie związane z kosztownymi wyprawami badawczymi,

które mogły organizować tylko kraje bogate. Stąd też w literaturze botanicznej trudno spotkać polskie opracowania dotyczące Antarktyki, wyjąwszy oczywiście prace kompilacyjne, o charakterze popularyzatorskim [97—99]. Sytuacja ta poprawiła się wydatnie z chwilą, gdy polscy przyrodnicy coraz śmielej zaczęli zapuszczać się w odległe obszary szóstego kontynentu. Zbierane przez nich próbki roślin trafiały do rąk specjalistów w kraju, wzbogacając zbiory naukowe. Jedna z takich kolekcji — mchy zebrane przez S. Różyckiego w Oazie Bungera ($66^{\circ}16'S$ — $100^{\circ}45'E$) na kontynencie antarktycznym — została wszechstronnie zbadana przez Kuca [48]. Badacz ten stwierdził występowanie na tym obszarze sześciu gatunków, co jest wcale sporą liczbą jak na tak mały obszar. Trzeba przy tym zaznaczyć, że omawiana praca jest jednym z pierwszych nowoczesnych opracowań taksonomicznych brioflory kontynentalnej Antarktyki.

Z chwilą założenia w 1977 r. polskiej stacji badawczej im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego w Archipelagu Szetlandów Południowych sytuacja uległa dalszej poprawie. We wszechstronnym programie badań polarnych w Antarktyce, koordynowanym przez Instytut Ekologii PAN, znalazło się również miejsce na badania botaniczne. Autor tego artykułu wziął udział w kolejnej, IV Wyprawie Antarktycznej na przełomie 1979/80 roku i miał możliwość przeprowadzenia badań terenowych w całym rejonie Zatoki Admiralicji, gdzie usytuowana jest stacja, oraz na półwyspie Fildes i na wyspie Deception. Celem tych badań była dokładna inwentaryzacja flory rejonu Zatoki Admiralicji oraz opis i kartowanie zbiorowisk roślinnych.

Szetlandy Południowe położone są w prowincji morskiej Antarktyki, mającej klimat łagodniejszy niż Antarktyka kontynentalna, co sprawia, że roślinność jest tu wyjątkowo bogata. Z botanicznego punktu widzenia Stacja im. H. Arctowskiego jest znakomicie położona. Rejon Zatoki Admiralicji, nigdy dotąd dokładnie nie badany pod względem botanicznym, osłonięty jest z trzech stron od wpływów otwartego oceanu, co powoduje, że istnieją tu szczególnie korzystne warunki dla rozwoju roślinności. Warunki te są znacznie korzystniejsze niż np. na półwyspie Fildes, położonym na południowo-zachodnim krańcu wyspy, który znajduje się pod wybitnym wpływem Cieśniny Drake'a i Cieśniny Bransfielda. Z powodu surowszego klimatu roślinność jest tam uboższa, zarówno pod względem liczby gatunków jak i zbiorowisk roślinnych. Z drugiej jednak strony występują tam pewne gatunki i zbiorowiska roślinne, których brak jest w rejonie Zatoki Admiralicji. Chodzi tu przede wszystkim o ombrotroficzne torfowiska antarktyczne z *Polytrichum strictum* i *Chorisodontium aciphyllum*. W rejonie Zatoki Admiralicji z kolei pospolicie występują obie rośliny naczyniowe (*Deschampsia antarctica* i *Colobanthus quitensis*), z których na półwyspie Fildes rośnie tylko śmiełek antarktyczny i to bardzo nielicznie.

W wyniku przeprowadzonych badań florystycznych autor stwierdził obecność kilku gatunków roślin zarodnikowych, nieznanych dotychczas w Antarktyce. Należą do nich: wśród porostów *Hypogymnia lugubris* [57], *Umbilicaria cylindrica* i *Pannaria hookeri*; wśród wątrobowców *Herzogobryum teres*, *Pachyglossa dissitifolia* i *Hygrolembidium ventrosum* [100]; spośród mchów *Bryum dichotomum* i *Schistidium falcatum*.

Wiele gatunków było dotąd nieznanym na Szetlandach Południowych, np. *Encalypta rhapsocarpa*, *Pottia austro-georgica*, *Campyliadelphus polygamus* (mchy), *Cephaloziella hispidissima* (wątrobowiec) oraz *Caloplaca skottsbergii*, *C. joannae*, *C. athalina*, *Lecidea atrobrunnea* (porosty).

Trzeba wyraźnie zaznaczyć, że nie są to dane ostateczne. Opracowywanie materiałów antarktycznych jest zajęciem niezwykle żmudnym i czasochłonnym, wymagającym ciągłego sprawdzania i porównywania posiadanych okazów z materiałami oryginalnymi, na podstawie których dany takson został opisany. Te z kolei znajdują się wyłącznie w wielkich zielnikach zagranicznych, np. w Londynie, Paryżu, Sztokholmie czy Uppsali. Często rezultaty takich badań są zupełnie zaskakujące. Badania autora nad wyjaśnieniem statusu *Pseudoleskea antarctica* Card. doprowadziły do odkrycia, że gatunek ten, wraz z kilkunastoma innymi opisanymi z Subantarktyki i z Patagonii, jest identycznym z australijskim i nowozelandzkim *Cratoneuropsis relaxa*.

Na podstawie wyników dotychczasowych badań można podać, że flora rejonu Zatoki Admiralicji na Wyspie Króla Jerzego liczy około 55 gatunków mchów, 10 gatunków wątrobowców i około 90 gatunków porostów. Są to liczby znaczne w kontekście przedstawionych wcześniej danych dla całej Antarktyki.

Z badaniami florystycznymi i taksonomicznymi ściśle łączą się badania kariologiczne mszaków antarktycznych. Zebrane i utrwalone przez autora próbki mchów i wątrobowców pozwoliły na ustalenie liczb chromosomów dla 25 gatunków mchów [49, 71] oraz dla 5 gatunków wątrobowców [68]. W przypadku tych ostatnich są to w ogóle pierwsze dane tego typu z Antarktyki.

Drugim kierunkiem badań botanicznych przeprowadzonych w rejonie Zatoki Admiralicji był opis zbiorowisk roślinnych. Występuje tu większość zbiorowisk roślinnych znanych z morskiej Antarktyki. Do ich badania została zastosowana metoda fitosocjologiczna Braun-Blanqueta, dotychczas nie stosowana w tym rejonie świata. Okazało się, że jest ona w pełni użyteczna przy badaniu roślinności antarktycznej, chociaż nierozwiązane dotąd niektóre problemy taksonomiczne uniemożliwiają podanie pełnych list florystycznych w tabelach fitosocjologicznych, zwłaszcza przy zbiorowiskach porostów naskalnych.

Z badaniami zbiorowisk roślinnych wiąże się ściśle problem ich kartowania. Stosowanie klasycznych metod kartograficznych w trudnych warunkach antarktycznych jest bardzo kłopotliwe ze względu na dużą mozaikowość płatów roślinnych oraz bardzo krótki sezon wegetacyjny. Dlatego też bardzo korzystnym rozwiązaniem tego problemu było zastosowanie nadzorowanej interpretacji wielospektralnych zdjęć lotniczych, wykonanych w trakcie III Wyprawy Antarktycznej 1978/79 przez K. Furmańczyka z Uniwersytetu Gdańskiego. Stosując tę metodę uzyskano bardzo dokładny obraz rozmieszczenia płatów zbiorowisk roślinnych w rejonie Stacji im. H. Arctowskiego [28]. Użyteczność zdjęć lotniczych tego typu sprawia, że zostaną one wykorzystane przy opracowywaniu dalszych map roślinności rejonu Zatoki Admiralicji.

Przy omawianiu badań botanicznych nie sposób pominąć prac nad florami kopalnymi. Antarktyka stanowi klucz do zrozumienia i wyjaśnienia

genezy współczesnej flory półkuli południowej oraz migracji i zasięgów roślin. Badania te mają również doniosłe znaczenie dla datowania formacji geologicznych. Bogate materiały flory ilościowej, sporomorf kopalnych i drewn kopalnych, zebranych przez K. Birkenmajera, J. Jersaka i ich współpracowników, są obecnie opracowywane w Instytucie Botaniki PAN. Wstępne rezultaty tych badań [96, 105] pozwalają przypuszczać, że ostateczny obraz dawnej flory wzbogaci się o nowe dane i nowe koncepcje.

Badania florystyczne i taksonomiczne stanowią oczywiście pierwszy krok w botanicznym poznaniu ekosystemów antarktycznych. Za nimi muszą pójść dalsze szczegółowe badania ekologiczne, zarówno autekologiczne, jak i synekologiczne. Wymagają one niejednokrotnie wieloletnich obserwacji. Wydaje się jednak, że mając oparcie w tak doskonale do tych celów przygotowanym obiekcie jakim jest Stacja im. H. Arctowskiego, badania takie można i trzeba prowadzić dla zrozumienia funkcjonowania przybrzeżnego ekosystemu Antarktyki.

Panu Profesorowi dr Janowi Kornasiowi Autor wyraża podziękowanie za cenne uwagi zgłoszone do niniejszego artykułu.

LITERATURA

1. Ahmadjian V. — *Adaptations of Antarctic terrestrial plants*. 801—811. (Holdgate M. W., ed., *Antarctic Ecology*, 2). Academic Press, London, 1970.
2. Ahmadjian V., Gannutz T. P., Frisham S. — *Photosynthesis and respiration of Antarctic lichens*. *Antarct. J.U.S.* 2, 100—101, 1967.
3. Baker J. H. — *The rate of production and decomposition of *Chorisodontium aciphyllum* (Hook. f. et Wils.) Broth.* *Br. Antarct. Surv. Bull.* 27, 123—129, 1972.
4. Bartram E. B. — *The Second Byrd Antarctic Expedition — Botany III Mosses*. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 25 (2), 719—724, 1938.
5. Bertram G. C. L. — *Plants and seals*. [In:] Fleming W. L. S., Stephenson A., Roberts B. B., Bertram G. C. L., *Notes on the scientific work of the British Graham Land Expedition, 1934—37*. *Geogr. Journ.* 91 (6), 508—528, 1938.
6. Brown R. N. R. — *Antarctic botany: its present state and future problems*. *Scott. Geogr. Mag.* 22 (9), 474—484, 1906.
7. Brown R. N. R. — *The problems of the Antarctic plant life. Report on Scientific Results. Scottish National Antarctic Expedition, S.Y. Scotia, 1902—04*. 3, Botany, No. 1, 3—21, 1912.
8. Brown R. N. R. — *Plant life in the Antarctic*. *Discovery Rep.* 4, 149—153, 1923.
9. Brown R. N. R. — *Antarctic and sub-Antarctic plant life and some of its problems*. 343—352 (Joerg W. L. G., ed. *Problems of polar research*). American Geographical Society, New York, 1928.
10. Cardot J. — *Mousses et coup d'oeil sur la flore bryologique des Terres Magellaniques*. [In:] *Expedition Antarctique Belge; Resultats du Voyage du S.Y. Belgica en 1897—1898—1899 sous de la commandement de A. de Gerlache de Gomery*. Botanique, 44. J.-E. Buschmann, Anvers, 1901.
11. Cardot J. — *Expedition Antarctique française (1903—1905) commandée par Dr Jean Charcot. Sciences Naturelles: Documents Scientifiques*, Botanique, Mousses. 9. Mason et Cie, Paris, 1907.
12. Cardot J. — *Musci*. [In:] *National Antarctic Expedition 1901—1904*, Natural History 3, 1—6, 1907.

13. Cardot J. — *Musci*. 77—79. (Murray J., ed. Reports on the Scientific Investigations of the British Antarctic Expedition 1907—09 under the command of Sir E. H. Shackleton. I (Biology), Part 4), W. Heineman, London, 1911.
14. Cardot J. — *La flore bryologique des Terres Magellaniques, de la Géorgie du Sud et de l'Antarctide*. Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901—1903. 4 (8), 1—298, 1908.
15. Cardot J. — *Deuxième Expédition Antarctique Française (1908—1910) commandée par le Dr. Jean Charcot*. Sciences Naturelles: Documents Scientifiques. Mousses. 31. Mason et Cie, Paris, 1913.
16. Cardot J., Brotherus V. F. — *Botanische Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907—1909. X. Les mousses*. K. Svensk. Vet. Ak. Handl. 63 (10), 1—74, 1923.
17. Clarke G. C. S., Greene S. W., Greene D. M. — *Productivity of bryophytes in polar regions*. Ann. Bot. (London) 35, 99—108, 1971.
18. Collins N. J. — *The growth of mosses in two contrasting communities in the maritime Antarctic: measurement and prediction of net annual production*. 921—933. (Llano G. A., ed. Adaptation within Antarctic ecosystems). Smithsonian Institution, Washington, 1977.
19. Couper R. A. — *Southern hemisphere Mesozoic and Tertiary Podocarpaceae and Fagaceae, and their paleogeographic significance*. Proc. R. Soc. London, Ser. B, 152, 491—500, 1960.
20. Darbshire O. V. — *Lichenes*. [In:] National Antarctic Expedition 1901—1904, Natural History, 5, 1—11, 1910.
21. Darbshire O. V. — *The lichens*. Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901—03, 4 (II), 1—74, 1912.
22. Darbshire O. V. — *Lichens*. British Antarctic Terra Nova Expedition 1910. Natural History Report, Botany 1 (3), 29—76, 1923.
23. Dodge C. W. — *Lichen flora of the Antarctic continent and adjacent islands*. 399. Phoenix Publishing Canaan, New Hampshire, 1973.
24. Dodge C. W., Baker G. E. — *The Second Byrd Antarctic Expedition — Botany II. Lichens and lichens parasites*. Ann. Miss. Bot. Gard. 25 (2), 515—718, 1938.
25. Du Rietz E. G. — *Problems of bipolar plant distribution*. Act. Phytogeogr. Suec. 13, 215—282, 1940.
26. Edwards J. A. — *Studies in Colobanthus quitensis (Kunth) Bartl. and Deschampsia antarctica Desv.: VI. Reproductive performance on Signy Island*. Br. Antarct. Surv. Bull. 39, 67—86, 1974.
27. Filson R. B. — *The lichens and mosses of Mac Robertson Land*. A.N.A.R.E. Sci. Rep., Ser. B, Botany 82, 1—169, 1966.
28. Furmańczyk K., Ochrya R. — *Plant communities of the Admiralty Bay region (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica). I. Jasnorzewski Gardens*. Pol. Polar Res. 3 (1—2), 25—39, 1982.
29. Gimingham C. H., Smith R. I. L. — *Bryophyte and lichens communities in the maritime Antarctic*. 752—785. (Holdgate M. W., ed., Antarctic Ecology, 2). Academic Press, London, 1970.
30. Godley E. J. — *The botany of southern Chile in relation to New Zealand and the Subantarctic*. Proc. R. Soc., Ser. B, 152, 457—475, 1960.
31. Godwin H., Swistur V. R. — *Cambridge University natural radiocarbon measurements VIII*. Radiocarbon 8, 390—400, 1966.
32. Greene S. W. — *Plant of the land*. 240—253. (Priestley R., Adie R. J., Robin G. de Q., eds., Antarctic Research. A review of British scientific achievement in Antarctica). Butterworth, London, 1964.
33. Greene S. W. — *The vascular flora of South Georgia*. Br. Antarct. Surv. Sci. Rep. 45, 1—58, 1964.

34. Greene S. W. — *Studies in Antarctic bryology I. A basic check list for mosses*. Rev. Bryol. Lichénol. 36, 132—138, 1968.
35. Greene S. W. — *The Antarctic moss Sarconeureum glaciale (C. Muell). Card. et Bryhn in southern South America*. Br. Antarct. Surv. Bull. 41/42, 187—191, 1975.
36. Greene S. W., Greene D. M., Brown P. D., Pacey J. M. — *Antarctic moss flora. I. The genera Andreaea, Pohlia, Polytrichum, Psilopilum and Sarconeureum*. Br. Antarct. Surv. Sci. Rep. 64, 1—118, 1970.
37. Greene S. W., Gressitt J. L., Koob D., Llano G. A., Rudolph E. D., Singer R., Steere W. C., Ugolini F. C. — *Terrestrial life on Antarctica*. Antarctic Map Folio Series, Publ. Amer. Geogr. Soc., Folio 5, 1967.
38. Greene S. W., Longton R. E. — *The effect of climate on Antarctic plants*. 786—800. (Holdgate M. W., ed., Antarctic Ecology, 2). Academic Press, London 1970.
39. Greene S. W., Walton D. H. W. — *An annotated check list of the flora sub-Antarctic and Antarctic vascular flora*. Polar Rec. 17, 473—484, 1975.
40. Grolle R. — *The hepatics of the South Sandwich Islands and South Georgia*. Br. Antarct. Surv. Bull. 28, 83—95, 1972.
41. Holdgate M. W. — *Terrestrial ecology in the maritime Antarctic*, 181—193, (Carrick R., Holdgate M. W., Prévost J., eds., Biologie Antarctique). Hermann, Paris, 1964.
42. Holdgate M. W. — *The Antarctic ecosystem*. Phil. Trans. R. Soc. London, Ser. B, 252, 363—389, 1967.
43. Holtom A., Greene S. W. — *The growth and reproduction of Antarctic flowering plants*. Phil. Trans. R. Soc. London, Ser. B, 252, 323—337, 1967.
44. Hooker J. D. — *The botany of the Antarctic voyage of H.M. Discovery ships Erebus and Terror, in the years 1839—1843 under the command of Captain Sir James Clark Ross*. 574. Reeve Brothers. London. 1844—1847.
45. Horikawa Y., Ando H. — *The mosses of Ongul Islands, and adjoining coastal areas of the Antarctic continent*. Japan. Antarct. Res. Exped. Sci. Rep., Spec. Issue 1, 245—252, 1967.
46. Hue A. M. — *Expedition Antarctique française (1903—1905) commandée par Dr. Jean Charcot*. Sciences Naturelles: Documents Scientifiques, Botanique. Lichens. 1—17. Mason et Cie, Paris 1908.
47. Hue A. M. — *Deuxième Expedition Antarctique française (1908—1910) commandée par le Dr. Jean Charcot*. Sciences Naturelles: Documents Scientifique. Lichens. 1—202. Mason et Cie, Paris, 1915.
48. Kuc M. — *Some mosses from the Antarctic Oasis*. Rev. Bryol. Lichénol. 36 (3—4), 655—672, 1968.
49. Kuta E., Ochyra R., Przywara L. — *Karyological studies on Antarctic mosses I*. The Bryologist 85 (1), 131—138. 1982.
50. Lamb I. M. — *Antarctic pyrenocarp lichens*. Discovery Rep. 25, 1—30, 1948.
51. Lamb I. M. — *Antarctic lichens I. The genera Usnea, Ramalina, Himantormia, Alectoria, Cornicularia*. Br. Antarct. Surv. Sci. Rep. 38, 1—30, 1964.
52. Lamb I. M. — *Antarctic lichens II. The genera Buellia and Rinodina*. Br. Antarct. Surv. Sci. Rep. 61, 1—129, 1968.
53. Lamb I. M. — *Antarctic terrestrial plants and their ecology*. 733—751. (Holdgate M. W., ed., Antarctic ecology, 2). Academic Press, London, 1970.
54. Lange O. L. — *Die Photosynthese der Flechten bei tiefen Temperaturen und nach Frostperioden*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 55, 351—352. 1962.
55. Light J. J., Heywood R. B. — *Deep-water mosses in Antarctic lakes*. Nature 242, 535—536, 1976.
56. Lindsay D. C. — *The macrolichens of South Georgia*. Br. Antarct. Surv. Sci. Rep. 89, 1—91, 1974.
57. Lindsay D. C., Ochyra R. — *The lichen genus Hypogymnia (Nyl.) Nyl. in the Antarctic*. Fragm. Flor. Geobot. 28 (4), (w druku).

58. Longton R. E. — *Additions to the alien flora of South Georgia*. Br. Antarct. Surv. Bull. 5, 47—49, 1965.
59. Longton R. E. — *Alien vascular plants on Deception Island, South Shetland Islands*. Br. Antarct. Surv. Bull. 9, 55—60, 1966.
60. Longton R. E. — *Growth and productivity of the moss Polytrichum alpestre Hoppe in Antarctic regions*. 818—837. (Holdgate M. W., ed., Antarctic Ecology, 2). Academic Press, London, 1970.
61. Longton R. E. — *Reproduction of Antarctic mosses in the genera Polytrichum and Psilopilum with particular reference to temperature*. Br. Antarct. Surv. Bull. 27, 51—96, 1972.
62. Longton R. E. — *Studies in the classification, biomass and microclimate of vegetation near McMurdo Sound, continental Antarctica*. Antarct. J.U.S. 7, 86—88, 1972.
63. Longton R. E. — *The occurrence of radial infection patterns in colonies of polar bryophytes*. Br. Antarct. Surv. Bull. 32, 41—49, 1973.
64. Longton R. E. — *Microclimate and biomass in communities of the Bryum association on Ross Island, continental Antarctica*. Bryologist 77, 109—127, 1974.
65. Longton R. E. — *Vegetation ecology and classification in the Antarctic Zone*. Can. J. Bot. 57, 2264—2278, 1979.
66. Longton R. E., Greene S. W. — *The growth and reproduction of Polytrichum alpestre Hoppe on South Georgia*. Phil. Trans. R. Soc. London, Ser. B, 252, 295—322, 1967.
67. Longton R. E., Holdgate M. W. — *The South Sandwich Islands: IV. Botany*. Br. Antarct. Surv. Sci. Rep. 94, 1—53, 1979.
68. Ochyra R., Przywara L., Kuta E. — *Karyological studies on some Antarctic liverworts*. J. Bryol. 12 (2), 259—263, 1982.
69. Pepper J. — *The meteorology of the Falkland Islands and Dependencies 1944—1960*. Falkland Islands and Dependencies, London, 1964.
70. Polunin N. — *Circumpolar Arctic flora*. 514. Oxford University Press, Oxford, 1959.
71. Przywara L., Kuta E., Ochyra R. — *Karyological studies on Antarctic mosses II*. Bryologist 86 (2). (w druku).
72. Rastøfer J. R. — *Physiological studies of Antarctic mosses, 1967—1968*. Antarct. J.U.S. 3, 125—126, 1968.
73. Rastøfer J. R. — *Physiological studies of Antarctic mosses: continuing studies*. Antarct. J.U.S. 5, 193—194, 1970.
74. Rastøfer J. R. — *Effects of light intensity and temperature on photosynthesis and respiration of two East Antarctic mosses, Bryum argenteum and Bryum antarcticum*. Bryologist 73, 544—556, 1970.
75. Rastøfer J. R. — *Vegetative regeneration and sporophyte development of Bryum antarcticum in the artificial environment*. Journ. Hattori Bot. Lab. 34, 391—397, 1971.
76. Rastøfer J. R. — *Comparative physiology of four West Antarctic mosses*. 143—161. (Llano G. A., ed., Antarctic Terrestrial Ecology). American Geophysical Union, Washington, 1972.
77. Rudolph E. D. — *Vegetation of Hallet Station area, Victoria Land, Antarctica*. Ecology 44, 585—586, 1963.
78. Rudolph E. D. — *Antarctic lichens and vascular plants: their significance*. Bioscience 15, 285—287, 1965.
79. Sawicz-Lubickaja L. I. — *Listostebel'nye mchi vostochnoj Antarktydy*. Bot. Žurn. 63, 272—290, 1978.
80. Sawicz-Lubickaja L. I., Smirnowa Z. N. — *A contribution to the biology and geography of Bryoerythrophyllum recurvirostre (Hedw.) Chen — a new species in the bryoflora of Antarctica*. Bot. Žurn. 48, 350—361, 1983.
81. Sawicz-Lubickaja L. I., Smirnowa Z. N. — *On the modes of reproduction of Sarconeum glaciale (Hook. f. et Wils.) Card. et Bryhn, an endemic moss of Antarctica*. Rev. Bryol. Lichénol. 30, 216—222, 1961.

82. Sawicz-Lubickaja L. I., Smirnowa Z. N. — *Notula de Bryo argenteo ex Antarctica*. Nowost. Sist. Nizsz. Rast. 1, 292—310, 1964.
83. Sawicz-Lubickaja L. I., Smirnowa Z. N. — *Bryum algens* Card. — the most common moss in East Antarctica. Tr. Sow. Antarkt. Esped. 60, 328—345, 1972.
84. Singer A. — *A fungus collected in the Antarctic*. Sydowia, Beih. 1, 16—23, 1957.
85. Siple P. A. — *The Second Byrd Antarctic Expedition — Botany I. Ecology and geographical distribution*. Ann. Miss. Bot. Gard. 25 (2), 467—514, 1938.
86. Skottsberg C. — *Einige Bemerkungen über die Vegetationsverhältnisse des Graham Landes*. Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901—03. 4 (13), 1—16, 1912.
87. Skottsberg C. — *Vaxtlivet i Antarktis*. Fauna och Flora 4, 145—160, 1940.
88. Skottsberg C. — *Antarctic flowering plants*. Bot. Tidsskr. 2, 330—338, 1954.
89. Skottsberg C. — *Remarks on the plant geography of the southern cold temperate zone*. Proc. R. Soc. London, Ser. 5, 152, 447—457, 1960.
90. Smith R. I. L. — *Vegetation of the South Orkney Islands with particular reference to Signy Island*. Br. Antarct. Surv. Sci. Rep. 68, 1—124, 1972.
91. Smith R. I. L., Gimingham C. H. — *Classification of cryptogamic communities in the maritime Antarctic*. Br. Antarct. Surv. Bull. 43, 25—47, 1976.
92. Steere W. C. — *A preliminary review of the bryophytes of Antarctica*. Science in Antarctica, Part I: The Life Sciences in Antarctica, Publ. 839, 20—33, 1961.
93. Stephani F. — *Hépatiques. Résultats du Voyage du S.Y. Belgica en 1897—1898—1899 sous la commandement de la A. de Gerlache de Gomery. Expédition Antarctique Belge. Rapports Scientifiques*. 6. J.-E. Buschman, Anvers, 1901.
94. Stephani F. — *Hepaticae*, Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901—03. 4 (1), 1—11, 1905.
95. Stephani F. — *Botanische Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907—1909*. II. Die Lebermoose K. Svensk. Vet. Ak. Handl. 49 (9), 1—92, 1911.
96. Stuchlik L. — *Tertiary pollen spectra from the Ezcurra Inlet Group of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Polon. 72, 109—132, 1981.
97. Szafer W. — *Arktyka i Antarktyda*. Czas. Geogr. 20, 1—30, 1949.
98. Szymkiewicz D. — *Szkice z geografii roślin. I. Oceaniczne wyspy subantarktyczne. II. Wyspy St. Paul, Nowy Amsterdam i Tristan da Cunha*. Kosmos B, 60, 185—219, 1935.
99. Szymkiewicz D. — *Szkice z geografii roślin. VII. Falklandy*. Kosmos B, 62, 149—179, 1937.
100. Vaňa J., Ochyra R. — *The liverworts of the Admiralty Bay area on King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Manuskrypt.
101. Wace N. M. — *The botany of the southern oceanic islands*. Proc. R. Soc. London, ser. B, 152, 475—490, 1960.
102. Zahlbruckner A. — *Botanische Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907—1909*. VI. Die Flechten. K. Svensk. Vet. Ak. Handl. 57 (6), 1—62, 1917.
103. Zanten B. O. van — *Preliminary report on hermination experiments designed to estimate the survival chances of moss spores during aerial transoceanic long-range dispersal in the Southern Hemisphere with particular reference to New Zealand*. Journ. Hattori Bot. Lab. 41, 133—140, 1976.
104. Zanten B. O. van — *Experimental studies on transoceanic long-range dispersal on moss spores in the Southern Hemisphere*. Journ. Hattori Bot. Lab. 44, 455—482, 1978.
105. Zastawniak E. — *Tertiary leaf flora from the Point Hennequin Group of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). Preliminary report*. Stud. Geol. Polon. 72, 97—108, 1981.

WOJCIECH STARCK

Zakład Badań Polarnych
Instytut Ekologii PAN
Dziekanów Leśny

MIĘDZYNARODOWY REZERWAT PRZYRODY W SASIEDZTWIE POLSKIEJ STACJI ANTARKTYCZNEJ IM. H. ARCTOWSKIEGO

Spotkanie Konsultatywne Państw Sygnatariuszy Układu w Sprawie Antarktydy, które odbyło się w Waszyngtonie 5 X 1979 r., akceptując inicjatywę Polski oraz USA, ustanowiło na zachodnim brzegu Zatoki Admiralicji na Wyspie Króla Jerzego Rejon Szczególnych Zainteresowań Naukowych (Site of Special Scientific Interest — SSSI). W uzasadnieniu decyzji stwierdzono, że teren ten jest jednym z punktów o nadzwyczajnych walorach naukowych.



Rys. 1. Mieszana kolonia lęgowa pingwinów Adeli (*Pygoscelis adeliae*) i pingwinów antarktycznych (*Pygoscelis antarctica*) w rejonie Stacji im. H. Arctowskiego. Fot. R. Stępnik

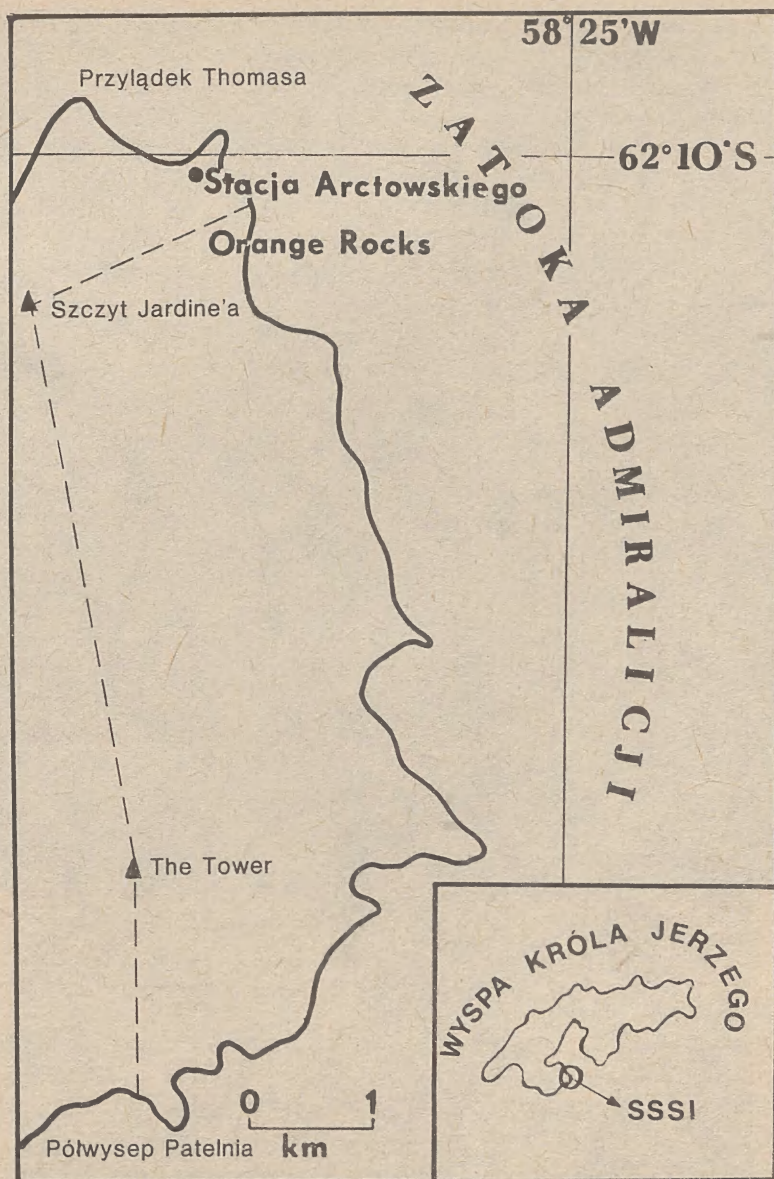


Rys. 2. Słonie morskie (*Mirounga leonina*) Fot. R. Stępnik

a znajduje się obok Stacji Badawczej im. H. Arctowskiego, często odwiedzanej przez statki turystyczne. Rejon ten wyróżnia się wyjątkowym nagromadzeniem antarktycznych ptaków i ssaków. Długotrwałe programy badawcze mogą być narażone na niepowodzenie wskutek przypadkowej interferencji, co jest szczególnie groźne w czasie trwania sezonu rozrodczego zamieszkujących tu zwierząt.

Ustanawiany na określony czas SSSI jest formą ochrony środowiska antarktycznego i zabezpieczenia interesów naukowych poszczególnych państw. Data wygaśnięcia celów naukowych w rejonie Zatoki Admiralicji została ustalona na 31 III 1985 r. i może być przesunięta na wniosek zainteresowanych stron przez Radę Konsultatywną Układu w Sprawie Antarktydy. W ten sposób SSSI odróżnia się od proklamowanych na stałe Obszarów Szczególnie Chronionych (Specially Protected Areas — SPA), które są antarktycznymi odpowiednikami ścisłych rezerwatów przyrody. Obecnie w rejonie objętym postanowieniami wspomnianego Układu, tj. na południe od 60°S znajduje się 17 SPA i 8 SSSI. Na terenach SPA mogą być czasowo ustanawiane SSSI, czego przykładem jest półwysep Fildes w zachodniej części Wyspy Króla Jerzego, gdzie badania prowadzą Rosjanie i Chilijczycy.

SSSI nr 8, ustanowione nad Zatoką Admiralicji, obejmuje terytorium lądu i lodowców o łącznej powierzchni ok. 12,9 km² na wschód od linii łączącej wierzchołki szczytów Jardine'a, Tower i zachodnie wybrzeże półwyspu



Rys. 3. Granice SSSI nr 8 nad Zatoką Admiralicji

Patelnia. Południową i wschodnią granicę wyznacza linia brzegowa zatoki (rys. 3). Do powierzchni SSSI wlicza się też wysepki przybrzeżne. Rzeźba omawianego terenu wykazuje typowe cechy przybrzeżnego krajobrazu wysp antarktycznych. Około 80% powierzchni pokrywają języki lodowców, spływające do brzegów zatoki z Kopuły Warszawy, położonej na zachód od SSSI. Na niewielkim obszarze wolnym od lodu, ciągnącym się wzdłuż 10 km linii brzegowej skupia się bogata flora i fauna. W glebie, mchach i po-

rościach żyją przedstawiciele owadów bezskrzydłych, niesporczaków, pajęczaków, nicieni, wrotków i liczne pierwotniaki [7]. Na płytkich glebach, ubogich w składniki przyswajalne, polscy botanicy stwierdzili występowanie ponad 100 gatunków glonów lądowych, mchów, wątrobowców i porostów oraz 2 gatunki roślin naczyniowych [1]. Wyróżniono 20 zespołów fitosocjologicznych, w większości nowych, które zaliczono do 7 klas i 7 rzędów [1]. W skałach okolic Lodowca Sfinksa i przylądka Demay stwierdzono obecność wielu skamielin flory trzeciorzędowej. Na terenie SSSI polscy ornitolodzy stwierdzili gnieźdzenie się 3 gatunków pingwinów i 9 gatunków ptaków latających oraz wizyty 8 gatunków ptaków niełęgowych [2]. Na wybrzeżach Zatoki spotyka się 6 gatunków płetwonogich [8]. Zwierzęta zamieszkujące SSSI korzystają z bazy pokarmowej znajdującej się w wodach



Rys. 4. Pingwin antarktyczny (*Pygoscelis antarctica*). Fot. R. Stępnik



Rys. 5. Uchatka antarktyczna (*Arctocephalus gazella*). Młody samiec. Fot. R. Stępnik

Zatoki Admiralicji i poza nią. Zatoka ta jest bogata pod względem liczebności, biomasy i różnorodności gatunkowej występujących w wodzie organizmów [3, 4, 9–12].

Polski program badawczy opisywanego terenu, wysoko oceniony przez SCAR (Scientific Committee of Antarctic Research), w rekomendacji Spotkania Konsultatywnego został sformułowany następująco: „celem badań jest wszechstronne poznanie dynamiki typowego, ale szczególnie bogatego antarktycznego ekosystemu brzegowego. Badania funkcjonowania strefy brzegowej i strefy przybrzeżnej będą obejmować dokładne studia nad przepływem materii i energii pomiędzy środowiskiem morskim i lądowym”. Za takim sformułowaniem kryje się bogaty program, przewidujący udział wielu dyscyplin nauki [10]. W celu przygotowania gruntu pod badania ekologiczne dokładnie skartowano obszar Zatoki, zebrano dane geologiczne, geomorfologiczne, glaciologiczne i oceanograficzne, charakteryzujące to środowisko i zachodzące w nim procesy. Oceniono ilość, strukturę, pionowy rozkład i kierunki spływu zawiesiny z lądu, temperaturę wody, pH, zasolenie. Polacy prowadzili

też w cyklu rocznym pomiary zawartości podstawowych soli mineralnych, tlenu i barwników asymilacyjnych na różnych głębokościach Zatoki. W strefie brzegowej od 1977 r. trwa stała rejestracja liczebności ptaków i ssaków z próbami zastosowania metod fotointerpretacyjnych. Prowadzi się też intensywne badania populacyjne, bioenergetyczne i fizjologiczne wybranych gatunków zwierząt dominujących liczebnie. Podejmowane są próby oceny ilości materii wynoszonej na ląd przez organizmy oraz przesiedlenia losów tej materii. Analizuje się kierunki i tempo rozkładu substancji organicznej, ilości biogenów powracających do morza, formy przemieszczania się materii organicznej i mineralnej na lądzie oraz rolę mikroorganizmów w tych procesach. Jedną z form realizacji powyższych zadań badawczych jest analiza dróg krążenia poszczególnych pierwiastków.

Na terenie SSSI prowadzone są również badania botaniczne i fitosocjologiczne w celu oceny wielkości dynamiki produkcji pierwotnej. Dąży się też do poznania specyficznych dla opisywanego terenu procesów glebotwórczych oraz bada się strukturę, aktywność metaboliczną i rozmieszczenie gleb. W formie dopełnienia badań ekologicznych rejestruje się zmiany mikroklimatu miejsc występowania roślin i zwierząt oraz bada się hydrologię mikrozelewni na tych terenach.

W związku ze szczególną rolą Zatoki Admiralicji i jej otoczenia jako terenu wieloletnich badań naukowych Polacy podjęli tam problematykę oceny zmian stanu środowiska przyrodniczego.

Zbadano zawartość DDT i jego metabolitów oraz metali ciężkich w tkankach podstawowych grup zwierząt [5], wykonano pomiary zanieczyszczenia atmosfery SO_2 i fluorem [6]. Przeprowadzono badania wytrzymałościowe zbiornika paliw, zbudowanego na Przylądku Thomasa (Thomas Point) i zabezpieczonego podwójnym płaszczem z blachy. Ma to istotne znaczenie dla ochrony terenu przez groźbą rozlania ropy. W celu zredukowania zanieczyszczeń produkowanych przez Stację Arctowskiego zbudowano sieć wodno-kanalizacyjną i osadnik ścieków.

Rekomendacja przyjęta na Spotkaniu Konsultatywnym w Waszyngtonie nakazuje uzgadnianie wszelkich badań planowanych na terenie SSSI nr 8 w rejonie Zatoki Admiralicji z organami SCAR-u oraz z Polską — jako bezpośrednim opiekunem naukowym rezerwatu i głównym realizatorem badań uznanych za priorytetowe na tym obszarze. W dokumencie określono jedyne dopuszczalne wejście do SSSI — od strony Stacji Arctowskiego. Osoby pragnące odwiedzić ten teren muszą każdorazowo uzyskiwać zezwolenie gospodarza terenu — kierownika Stacji, który przydziela gościom przewodnika spośród personelu naukowego.⁴ W sezonie lęgowym ptactwa, tj. od początku października do końca lutego zabronione jest przechodzenie przez obszary kolonii rozrodczych i wszelkie niepokojenie ptaków, z wyjątkiem konieczności wynikających z zatwierdzonego przez SCAR programu naukowego. Pobieranie próbek do celów naukowych oraz kolekcjonowanie okazów, nie ujęte w takim programie musi być zredukowane do minimum. Próbkę mogą być pobierane tylko z zachowaniem Uzgodnionych Zasad Ochrony Fauny i Flory Antarktyki — aktu prawnego przyjętego przez Radę Konsultatywną Układu w Sprawie Antarktydy w 1964 r. Każdorazowo wymagana jest też zgoda kierownika Stacji.

Celem zmniejszenia szkodliwych skutków antropopresji na naturalne warunki życia w miejscowej biocenozie, na terenie SSSI zabronione są: ruch pojazdów naziemnych, loty samolotów i śmigłowców na wysokości mniejszej niż 500 m i lądowanie w odległości mniejszej niż 200 m od granic rezerwatu, wykonywanie prac orzyżyciu materiałów wybuchowych, używanie broni palnej w odległości mniejszej niż 300 m od granic omawianego terenu oraz zlewanie pozostałości smarów i paliw na ląd i do wód przybrzeżnych. Należy też zapobiegać przypadkowym stratom paliw i smarów, szczególnie podczas operacji rozładunku i bunkrowania statków. Odpowiedzialność za przestrzeganie powyższych przepisów ciąży na kierowniku Stacji i kapitanach statków, a kontrola ma być sprawowana przez kierowników ekspedycji. Prawo inspekcji mają wyznaczeni przez rządy państw członków Układu w Sprawie Antarktydy, tzw. obserwatorzy antarktyczni, po okazaniu odpowiednich pełnomocnictw.

Sprawowanie opieki nad międzynarodowym rezerwatem przyrody, jakim jest SSSI, choć daje wiele powodów do dumy, nakłada na polskich polarników wiele obowiązków natury formalnej i praktycznej. Kierownik Stacji im. H. Arctowskiego jest obciążony sprawozdawczością, musi rejestrować wydane zezwolenia na wstęp i pożykiwanie okazów naukowych, reguluje ruch turystyczny. Ekipa naukowców musi poświęcać czas na oprowadzenie licznych grup po rezerwacie i wspólnie z kierownikiem objaśnia oraz kontroluje respektowanie zasad ochrony przyrody przez wszystkich wchodzących na teren SSSI.

W styczniu 1980 r. odbyła się wizytacja Stacji im. H. Arctowskiego przez amerykańską grupę obserwatorów antarktycznych, którzy wysoko ocenili założenia i realizację polskiego programu naukowego, dbałość o ochronę środowiska oraz opiekę polskich naukowców nad Rejonem Szczególnych Zainteresowań Naukowych w rejonie Zatoki Admiralicji.

LITERATURA

1. Furmańczyk K., Ochyra R. — *Plan communities of the Admiralty Bay region (King George Islands, South Shetland Islands, Antarctica)*. I. Jasnorszewski Gardens. Pol. Polar Res. 3 (1—2), 25—39, 1982.
2. Jabłoński B. — *Distribution, numbers and biomass of the summer bird community in the region of the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res. w druku.
3. Kittel W., Ligowski R. — *Algae in the food of Euphausia crystallorophias (Crustacea)*. Pol. Polar Res. 1 (2—3), 129—137, 1980.
4. Kopczyńska E. — *Small scale vertical distribution of phytoplankton in Ezcurra Inlet (Admiralty Bay, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res. 1 (4), 77—96, 1980.
5. Łukowski A. B. — *DDT and its metabolites in antarctic birds*. Pol. Arch. Hydrob., 25 (3), 729—738, 1978.
6. Molski B., Bytnerowicz A., Łomuchowski W. — *Air pollution with sulphur dioxide and fluorine compounds in the vicinity of the Arctowski Station, King George Island, South Shetland Islands*. Pol. Polar Res. 2 (1—2), 87—93, 1981.
7. Myrcha A. — *IV Antarctic Expedition to the Arctowski Station (King George Island) November 1979 — May 1980*. Pol. Polar Res. 1 (4), 191—202, 1980.

8. Myrcha A., Teliga K. — *Observations of pinnipedian mammals in the vicinity of Arctowski Station (King George Island) in 1978*. Pol. Polar Res. 1 (1), 117—126, 1980.
9. Presler P., Jażdżewski K., Jurasz W., Kittel W., Siciński J. — *Uwagi o strukturze zgrupowań fauny dennej Zatoki Admiralicji wyspy King George (Szetlandy Południowe)*, Mat. VIII Symp. Polar., Sosnowiec, 1, 195—206, 1981.
10. Rakusa-Suszczewski S. — *III. Wyprawa na Stację Arctowskiego (Wyspa Króla Jerzego, listopad 1978 — maj 1979)*. Pol. Polar Res. 1 (1), 127—146, 1980.
11. Rakusa-Suszczewski S. — *The role of near-shore research in gaining and understanding of the functioning of Antarctic Ecosystem*. Pol. Arch. Hydrob., 27 (2), 229—233, 1980.
12. Zieliński K. — *Benthic macroalgae of the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands) and circulation of algal matter between the water and the shore*. Pol. Polar Res. 2 (3—4), 71—94, 1981.

ALICJA MITEK

Zakład Badań Polarnych
Instytut Ekologii PAN
Dziekanów Leśny

POLACY NA STACJI ANTARKTYCZNEJ im. HENRYKA ARCTOWSKIEGO*

W 1982 r. minęło 5 lat od założenia Stacji Antarktycznej Polskiej Akademii Nauk im. Henryka Arctowskiego położonej na Wyspie Króla Jerzego w Archipelagu Szetlandów Południowych.

Zainteresowanie Polski rejonem Antarktydy sięga lat pięćdziesiątych XX wieku, uwieńczone podpisaniem przez nasz kraj w czerwcu 1961 r. „Układu Antarktycznego”; jednak dopiero w 1977 r., po założeniu Stacji im. H. Arctowskiego, Polska stała się pełnoprawnym, trzynastym członkiem Organizacji Państw Układu Antarktycznego. Do tego czasu kontakty Polaków z szóstym kontynentem ograniczały się jedynie do sporadycznego udziału naszych naukowców w ekspedycjach polarnych organizowanych przez inne państwa, głównie Związek Radziecki i Stany Zjednoczone.

Powodzenie I Polskiej Antarktycznej Morskiej Ekspedycji Badawczej (1975/1976) i potwierdzenie istnienia w wodach Antarktyki bogatych zasobów żywych interesujących nasze rybołówstwo zdecydowało o podjęciu przez rząd Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej decyzji o założeniu stałej Polskiej Stacji Antarktycznej PAN im. Henryka Arctowskiego.

Dokumentem stanowiącym podstawę organizacji wyprawy, a następnie budowy Stacji, była uchwała Rady Ministrów nr 246/76 z 7 XII 1976 r. w sprawie utworzenia i budowy Stacji Antarktycznej Polskiej Akademii Nauk.

Celem założenia Stacji, w myśl wyżej wymienionej uchwały, jest prowadzenie badań podstawowych w zakresie: biologii, oceanologii, meteorologii, geologii, geografii i innych dyscyplin naukowych, ze szczególnym uwzględnieniem problemów ekologii kryła, ryb i głowonogów antarktycznych, stanowiących źródło białka spożywczego i paszowego.

Sekretarz Naukowy Polskiej Akademii Nauk odpowiedzialny za wykonanie postanowień zawartych w podjętej uchwale, powierzył Instytutowi Ekologii Polskiej Akademii Nauk budowę Stacji i organizację kolejnych wypraw.

Sprawy rozwoju polskich badań polarnych w latach 1977—1981 dotyczyła uchwała Rady Ministrów nr 173/77 z 29 IX 1977 r., natomiast badania

* Zob. Myrcha A. — Polish Polar Research, 1(4): 191—204, 1980; Rakusa-Suszczewski S. — Polish Polar Research, 1(1): 127—146, 1980
Kosmos 2, 1983.

Tabela I

Uczestnicy kolejnych wypraw na Antarktykę

	I 1976/77	II 1977/78	III 1978/79	IV 1979/80	V 1980/81	VI 1981/82	Razem
Grupa letnia:							
pracownicy naukowci	4	24	33	24	14	—	99
pracownicy techniczni	50	29	18	18	7	—	122
razem	54	53	51	42	21	—	221
Grupa zimowa:							
pracownicy naukowci	7	10	11	11	11	5	55
pracownicy techniczni	12	9	10	9	8	4	52
razem	19	19	21	20	19	9	10
Łącznie	73	72	72	62	40	9	328

polarne prowadzone w latach 1982—1985 są regulowane kolejną uchwałą Rady Ministrów nr 46/82 z 5 III 1982 r.

Dotychczas Instytut Ekologii PAN zorganizował 6 wypraw, w których łącznie wzięło udział 328 osób, w tym 17 kobiet (tab. 1).

W każdej wyprawie pracownikom naukowym towarzyszyła pewna liczba pracowników technicznych, niezbędnych do utrzymania Stacji. W okresie sześciu lat działalności Stacji pracowało na niej 154 naukowców i 174 pracowników obsługi technicznej, w tym 114 z Ministerstwa Obrony Narodowej.

Oprócz podziału uczestników ekspedycji na pracowników naukowych i technicznych, wszystkie wyprawy dzielone były ze względów organizacyjnych na grupy letnie i zimujące (z wyjątkiem wyprawy, szóstej, która z uwagi na trudną sytuację gospodarczą Polski, została ograniczona do grupy zimującej).

Grupy letnie, to grupy pracujące na Stacji jedynie przez okres antarktycznego lata tj. 2,5—3 miesiące i po tym okresie wracające do kraju. Ogółem w okresie lata pracowało na Stacji 221 osób, w tym 99 naukowców i 122 techników. Natomiast w skład grup zimujących wchodziły osoby pozostające na Stacji przez okres antarktycznego lata i zimy tj. przez cały rok. Łącznie w okresie zimy pracowało na Stacji im. H. Arctowskiego 107 osób, z czego 55 pracowników naukowych i 52 pracowników technicznych.

W pierwszej, a także w drugiej wyprawie dominowali liczebnie pracownicy techniczni, co wiązało się z budową Stacji, a następnie jej rozbudową i modernizacją. W następnych wyprawach udział pracowników technicznych był mniejszy.

Szczególnie duża liczba pracowników technicznych przypada na okres antarktycznego lata. Wtedy to warunki klimatyczne pozwalają na przeprowadzenie remontów pojazdów i sprzętu oraz dokonanie napraw i konserwacji budynków mieszkalnych i laboratoriów. Natomiast na okres zimy pozostaje mniej liczna grupa, 9—10 osób, niezbędnych do zabezpieczania życia Stacji, utrzymanie łączności radiowej z krajem oraz pomocy grupom naukowym prowadzącym badania na lądzie i wodzie (tab. 1).

Grupy naukowe pracujące na Stacji im. H. Arctowskiego w okresie lata są także bardziej liczne od grup pozostających na okres zimy. W okresie antarktycznego lata, gdy Stacja jest wolna od lodu i śniegu, a na lądzie i w morzu intensywnie rozwija się życie, istnieją korzystne warunki do prowadzenia badań we wszystkich dyscyplinach naukowych. W okresie zimy, gdy życie na lądzie zamiera, a Stację pokrywa gruba warstwa śniegu, pozostaje na niej 10—11 naukowców prowadzących badania w cyklu rocznym. Są to przedstawiciele nauk biologicznych, nauk o ziemi, a także przedstawiciele nauk medycznych, badający przystosowanie organizmu ludzkiego do życia w odosobnieniu, w trudnych warunkach polarnych.

Łącznie grupy zimujące liczą zwykle 19—20 osób, co jest w wypadku Stacji im. H. Arctowskiego optymalną liczbą ludzi, którzy w określonych warunkach muszą żyć i pracować przez okres około 13 miesięcy, zdani wyłącznie na własne siły.

Tabela 2

Udział naukowców prowadzących badania w Antarktyce

Wyprawa	Nauki biologiczne			Nauki medyczne	Nauki o ziemi				Nauki techniczne	
	ogółem	morskie	lądowe		ogółem	geologia	geofizyka	meteorologia	inne	techniczne
I 1976/77	5	4	1	1	5	2	1	1	1	—
II 1977/78	19	17	2	2	13	2	3	2	6	—
III 1978/79	22	18	4	1	20	6	3	1	10	—
IV 1979/80	20	6	14	3	12	5	2	3	2	—
V 1980/81	8	7	1	1	13	5	3	1	4	3
VI 1981/82	2	2	—	1	2	—	1	1	—	—
Łącznie	76	54	22	9	65	20	13	9	23	3

Jak już wspomniano w skład grup naukowych wchodzi naukowcy reprezentujący różne dyscypliny naukowe (tab. 2).

W okresie czterech pierwszych wypraw badania prowadzone były w problemie międzyresortowym MR-II/16 „Kompleksowe badania Antarktyki i Arktyki jako podstawa ochrony i rozpoznanie ich środowiska naturalnego” koordynowanym przez Instytut Ekologii PAN. Piąta wyprawa zakończyła cykl badań planu 5-letniego 1976—1980 i jednocześnie zapoczątkowała badania w nowym cyklu 5-letnim w problemie międzyresortowym MR-I/29 „Badania morskich i lądowych rejonów polarnych jako podstawa do racjonalnego wykorzystania zasobów i ochrony ich środowiska”.

W ramach obydwu problemów badania prowadzili naukowcy z kilkudziesięciu placówek naukowych podległych różnym resortom (tab. 3).

Tabela 3

Udział pracowników naukowych w wyprawach na Antarktykę (wg resortów)

	Wyprawa						Razem
	I	II	III	IV	V	VI	
Polska Akademia Nauk	3	21	28	19	16	3	90
Ministerstwo Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki	4	5	4	6	4	—	23
Ministerstwo Rolnictwa	—	5	5	4	2	1	17
Ministerstwo Obrony Narodowej	3	3	3	2	1	1	13
Ministerstwo Handlu Zagranicznego i Gospodarki Morskiej	1	—	1	1	—	—	3
Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej	—	—	3	—	—	—	3
Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej	—	—	—	1	—	—	1
Ministerstwo Górnictwa	—	—	—	1	1	—	2
Ministerstwo Przemysłu Chemicznego	—	—	—	1	—	—	1
Ministerstwo Budownictwa i Przem. Materiałów Budowlanych	—	—	—	—	1	—	1
Łącznie	11	34	44	35	25	5	154

Duże zainteresowanie Stacją im. H. Arctowskiego przejawiają również ośrodki nie uczestniczące w realizacji problemu międzyresortowego. Szczególne znaczenie ma udział w wyprawach filmowców, fotografików i dziennikarzy, ze względu na popularyzatorsko-propagandowy charakter tematyki antarktycznej.

Ogółem w wyprawach wzięło udział 3 filmowców (Jacek Mach z telewizji gdańskiej oraz Włodzimierz Puchalski i Ryszard Wyrzykowski reprezentujący Wytwórnę Filmów Oświatowych w Łodzi), 2 fotografików (Miroslaw Wiśniewski i Wojciech Stan z Centralnej Agencji Fotograficznej) oraz przedstawicieli prasy (Jerzy Chłudziński i Hanna Krzyżaniak). Poza tym Stację im. H. Arctowskiego odwiedził, nie będąc jednak uczestnikiem wyprawy, dziennikarz Bogdan Czubasiewicz. Efektem pracy filmowców i dziennikarzy było nakręcenie 10 filmów dokumentalnych przedstawiających budowę i życie Stacji oraz życie ssaków i ptaków zamieszkujących w jej okolicach; zorga-

nizowanie w kraju kilku wystaw fotograficznych o tematyce antarktycznej, eksponowanych w wielu miastach Polski; a także publikacja wielu reportaży i książek przybliżających polskim czytelnikom odległy, wspaniały, polarny świat.

Instytut Ekologii PAN jako organizator wypraw i właściciel Stacji im. H. Arctowskiego, w szczególności zaś Zakład Badań Polarnych tego Instytutu, ma zrozumiały priorytet we włączaniu swych pracowników w skład wypraw.

Ogółem w sześciu wyprawach uczestniczyło 44 pracowników Instytutu Ekologii PAN, z czego w grupie naukowej 26 osób oraz 18 pracowników obsługi technicznej.

W wyniku ożywionej działalności polarnej pracowników Instytutu Ekologii PAN ukazało się już drukiem kilkadziesiąt prac naukowych w polskich i zagranicznych czasopismach. W Instytucie tym opracowano też różne materiały propagandowe, dotyczące Polskiej Stacji Antarktycznej (foldery, kalendarze, znaczki okolicznościowe, stemple).

Istnieje duże zainteresowanie w świecie działalnością Polskiej Stacji Antarktycznej i wiele państw wyraża chęć podjęcia współpracy naukowej z Polską.

W ramach tej współpracy na Stacji im. H. Arctowskiego pracowało dotychczas 8 naukowców ze Stanów Zjednoczonych, RFN, Nowej Zelandii, Kanady i Francji. Poza tym Stację polską odwiedzili liczni naukowcy ze Związku Radzieckiego, Argentyny, Chile, Australii, RFN, a nawet Japonii.

Liczba 328 Polaków przebywających dotąd na Stacji im. H. Arctowskiego nie wyczerpuje listy naszych rodaków odwiedzających Antarktykę. Należy pamiętać o załogach statków przewożących kolejne wyprawy, studentach z Wyższej Szkoły Morskiej odbywających praktyki na statkach szkolnych, rybakach pracujących na pobliskich łowiskach, a także uczestnikach wypraw morskich organizowanych przez Polskę w latach 1979—1981 w okolicy Stacji. Pierwsza z nich to wyprawa geofizyczna na statku ORP „Kopernik”, druga natomiast to wyprawa zorganizowana przez Polską Akademię Nauk i Morski Instytut Rybacki na statku r/v „Profesor Siedlecki”, wchodząca w skład międzynarodowego programu badawczego „BIOMASS-FIBEX”. W obu tych wyprawach uczestniczyło, wraz z załogami statków, ponad 200 osób.

Dzięki założeniu Stacji im. H. Arctowskiego liczba Polaków w Antarktyce gwałtownie wzrosła, z kilkunastu osób w 1974 r. do ponad tysiąca osób w końcu 1982 r. Obok znaczenia naukowego Stacja ma również duże znaczenie propagandowe, zarówno w kraju, jak i za granicą. Istnieje coraz większe zainteresowanie naszą działalnością w Antarktyce, stylem życia na Stacji i jego standardem, prowadzonymi pracami naukowymi. Duże zainteresowanie Stacją przejawia polska młodzież. Zakład Badań Polarnych otrzymuje bardzo dużo listów od młodzieży z prośbą o przysłanie im informacji o Stacji oraz wszelkich eksponatów i pamiątek z nią związanych. Otrzymujemy również kilkaset listów rocznie od filatelistów z Polski, a także z innych państw. Stację odwiedzają także liczni turyści zagraniczni podróżujący statkami wycieczkowymi.

Polska Stacja Antarktyczna im. H. Arctowskiego, spełnia zatem rolę zarówno placówki naukowej, jak też ważną rolę polityczno-propagandową.

Mimo, że od założenia Stacji i podjęcia przez Polskę stałych badań na szóstym kontynencie minęło zaledwie kilka lat, Stacja im. H. Arctowskiego stała się już trwałym i znanym w świecie punktem na mapie Antarktyki. Jest ona dobrą wizytówką naszego kraju i polskiej działalności naukowej w tym rejonie świata.

POLSKIE BADANIA GEOLOGICZNE W ANTARKTYCE

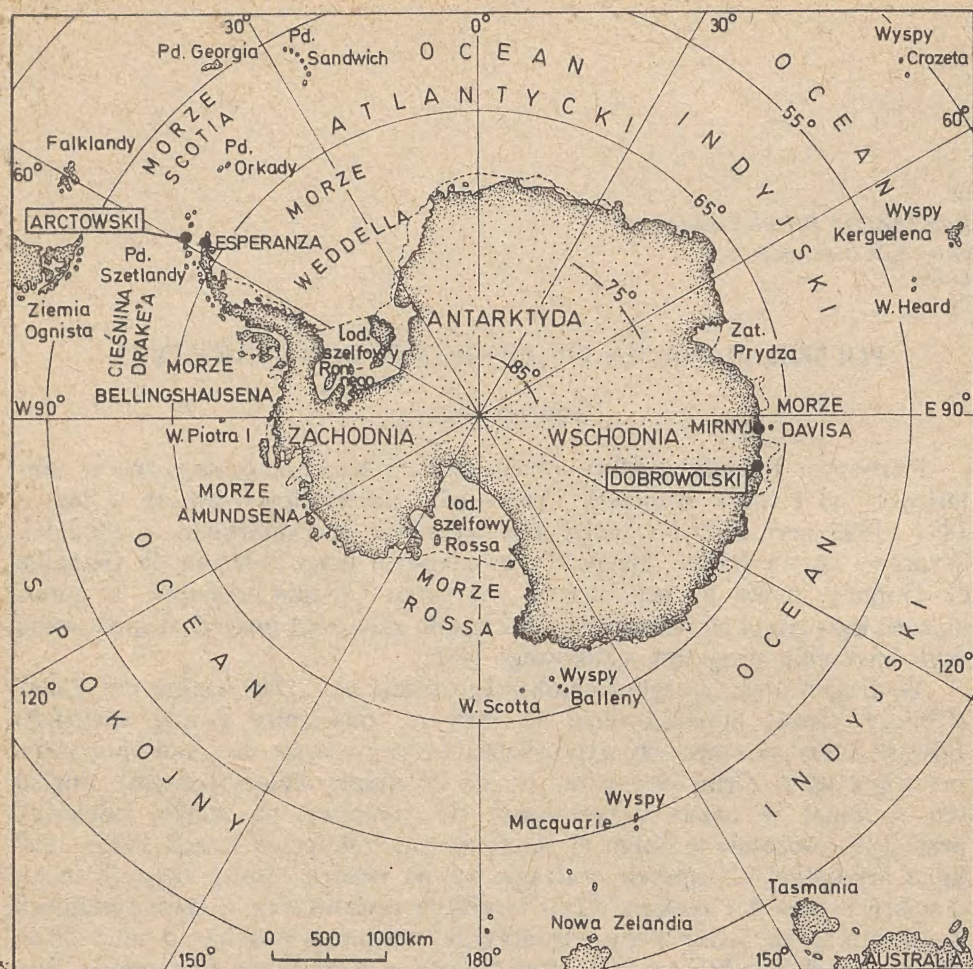
WPROWADZENIE

Pierwszym Polakiem, który przeprowadzał badania geologiczne w Antarktyce był Henryk Arctowski, który jako meteorolog i geolog w latach 1897—1899 uczestniczył w belgijskiej wyprawie do Antarktyki Zachodniej. Wyprawa ta, na statku „Belgica” dowodzonym przez Adriana de Gerlache de Gomery, miała na celu przede wszystkim badania naukowe, a wśród niewielkiego grona jej uczestników Arctowski zajmował pozycję eksponowaną jako kierownik programu naukowego [48].

W drugiej części swego pomnikowego dzieła pt. „Das Antlitz der Erde” (Oblicze Ziemi) opublikowanej w 1888 r., znakomity geolog wiedeński Edward Suess jako pierwszy wypowiedział przypuszczenie, że „Andy ponownie pojawiają się w Ziemi Grahama” (tj. na Półwyspie Antarktycznym). Pogląd ten rozwinął w czasie przygotowań do wyprawy na statku „Belgica” pracujący ówczesnie w Belgii H. Arctowski, publikując w latach 1895—1897 kilka artykułów, w których opierając się na bardzo jeszcze skąpych informacjach o górach i skałach Ziemi Grahama podawanych w sprawozdaniach z wypraw przez odkrywców Antarktydy, trafnie wnioskuje o analogiach geologicznych między Ameryką Południową a Antarktydą Zachodnią. Wy różnia on wówczas górski łańcuch Antarktantów jako przedłużenie amerykańskich Andów.

Teoria Antarktantów została potwierdzona przez Arctowskiego w czasie badań geologicznych Ziemi Grahama w latach 1898—1899, a jego pionierskie badania Lodowego Kontynentu zyskały mu wielkie uznanie międzynarodowe [2] nie słabnące po dziś dzień [1].

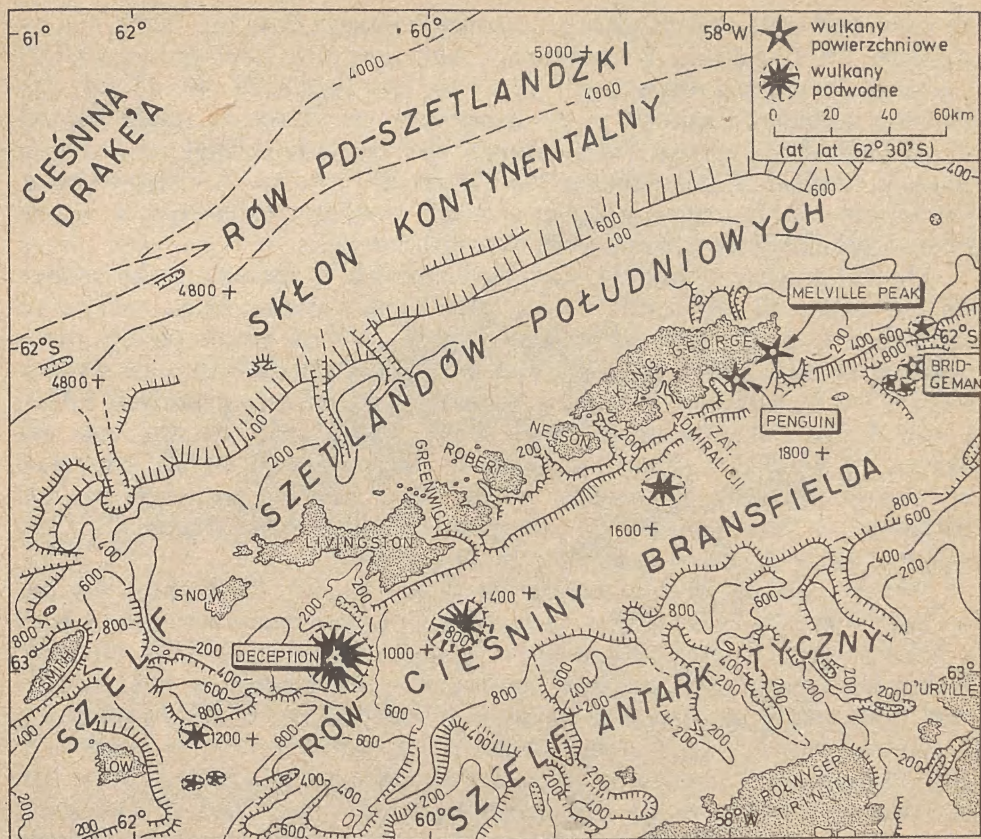
Od zakończenia wyprawy na statku „Belgica” minęło aż 60 lat zanim Polacy pojawili się znów na kontynencie antarktycznym, gdy w wyniku rozmów między rządami i akademiami nauk PRL i ZSRR, rząd radziecki przekazał w 1958 r. Polsce swoją stację naukową Oazis w Oazie Bungera w Antarktydzie Wschodniej. Zorganizowana w rekordowo szybkim tempie pierwsza polska wyprawa antarktyczna (o charakterze rekonesansu badawczego) kierowana przez Wojciecha Krzemińskiego, wyruszyła radzieckim statkiem na Antarktydę w grudniu 1958 r. i po wylądowaniu w radzieckiej bazie Mirnyj została przetransportowana śmigłowcami do stacji Oazis.



Rys. 1. Polskie stacje naukowe w Antarktyce

Oficjalnego przejęcia stacji dla nauki polskiej od polarników radzieckich dokonał członek rzeczywisty PAN Stefan Zbigniew Różycki, geolog, w styczniu 1959 r. Stacja uzyskała imię Antoniego B. Dobrowolskiego, światowej sławy badacza śniegu i lodu, drugiego polskiego uczestnika wyprawy na statku „Belgica” do Antarktyki Zachodniej w latach 1897—1899 (rys. 1).

Wyprawa do Stacji im. A. B. Dobrowolskiego, poza rekonesansem, zrealizowała jedynie ograniczony program badawczy, głównie w zakresie grawimetrii i geomorfologii oraz geologii czwartorzędu. Niestety, pomimo tak dobrego startu, wskutek cofnięcia dotacji rządowej, nastąpiła kolejna wieloletnia przerwa w polskich badaniach geologicznych Antarktydy, które zostały wznowione dopiero w drugiej połowie lat siedemdziesiątych, i to najprzód w Antarktyce Zachodniej na nowo otwartej Stacji im. H. Arctowskiego (w 1977 r.), następnie zaś w Antarktydzie Wschodniej na Stacji im. A. B. Dobrowolskiego (w 1978—1979 r.).



Rys. 2. Elementy strukturalne otoczenia Archipelagu Szetlandów Południowych (wg W. A. Ashcrofta 1972, zmodyfikowane)

W dniu 26 II 1977 r. kierownik ekspedycji naukowej Polskiej Akademii Nauk Stanisław Rakusa-Suszczewski dokonał otwarcia stałej stacji naukowej PAN w Zatoce Admiralicji (Admiralty Bay) na Wyspie Króla Jerzego (King George Island) w antarktycznym Archipelagu Szetlandów Południowych (South Shetland Islands) (rys. 2, 3). Stacji nadano imię Henryka Arctowskiego (1871—1958) światowej sławy polskiego uczonego, profesora Uniwersytetu Jana Kazimierza (w latach 1920—1939), który w tym właśnie regionie, pomiędzy Szetlandami Południowymi a Półwyspem Antarktycznym, aż po Morze Bellingshausena (rys. 1), przeprowadzał pionierskie badania z zakresu geologii i meteorologii. Zbudowanie tej stacji stworzyło bardzo dobre warunki do badań geologicznych archipelagu Szetlandów Południowych, z możliwością rozszerzenia ich na Półwysep Antarktyczny. W ciągu kolejnych 4 wypraw w latach 1977—1978, 1978—1979, 1979—1980 i 1980—1981 grupy geologiczne pod kierunkiem autora niniejszego artykułu, wykonywały tutaj zdjęcia geologiczne, badania stratygraficzne, tektoniczne, wulkanologiczne, paleontologiczne, sedimentologiczne, mineralogiczne i z zakresu geologii czwartorzędu, w ramach międzyresortowego planu badawczego PAN (MR.II.16, następnie MR.I.29).

W badaniach tych uczestniczyli pracownicy naukowcy Instytutu Nauk Geologicznych PAN, Zakładu Paleobiologii PAN, Instytutu Geologicznego CUG i Akademii Górniczo-Hutniczej [4, 5, 7, 10, 15—17, 27, 28, 40, 43, 44, 58]. Zebrane materiały naukowe są opracowywane przez szeroki zespół badawczy, obejmujący przedstawicieli wymienionych wyżej instytucji, jak też Instytutu Botaniki (Zakładu Paleobotaniki) PAN, Muzeum Ziemi PAN, Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego, ponadto naukowców z współpracujących instytutów naukowych Włoch i Szwecji.

Plonem dotychczasowych badań geologicznych w Zachodniej Antarktyce jest już około 40 publikacji, w tym kilka monografii, wydanych w języku angielskim (z polskimi streszczeniami) w serii „Wyniki badań geologicznych polskich wypraw antarktycznych” pod redakcją K. Birkenmajera (w wydawnictwie *Studia Geologica Polonica* — Instytutu Nauk Geologicznych PAN), której 3 tomy ukazały się w latach 1980, 1981 i 1982, czwarty tom ma ukazać się w 1983 r., dalsze tomy są w przygotowaniu. Wiele artykułów naukowych ukazało się również w języku angielskim (ze streszczeniami rosyjskimi) w *Biuletynie PAN* i czasopiśmie „*Polish Polar Research*”, kilka znajduje się w druku w czasopiśmie zagranicznych.

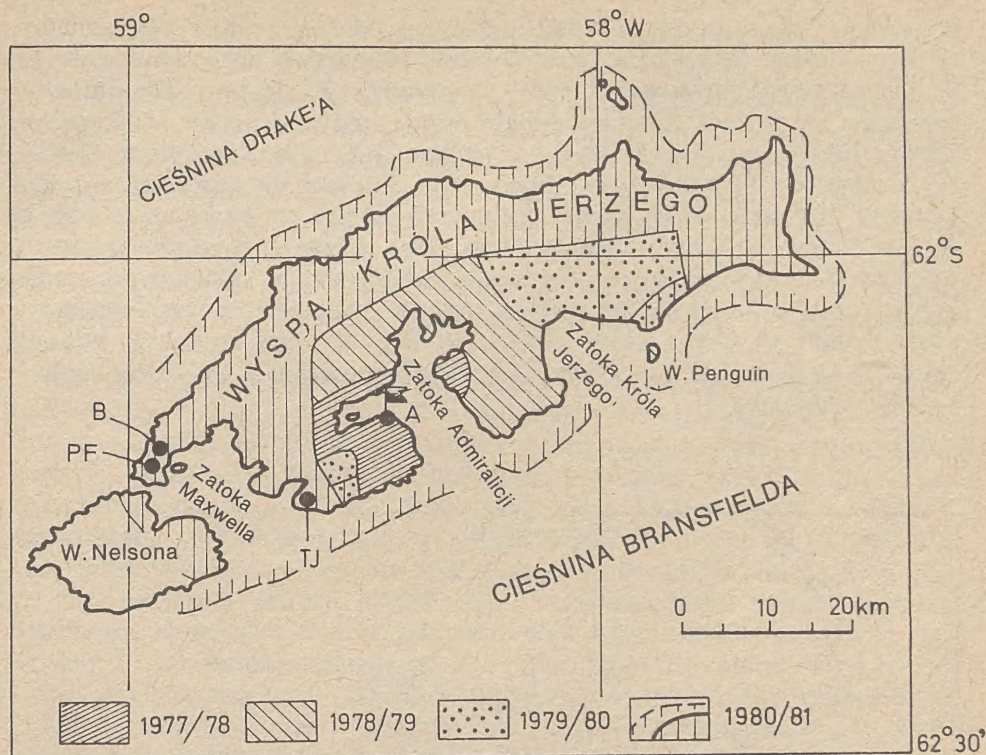
Wznowienie badań naukowych na Stacji im. A. B. Dobrowolskiego w czasie wyprawy 1978—1979 r., pozwoliło na wykonanie nowych obserwacji z zakresu geomorfologii glacialnej i geologii czwartorzędu [59]. Niestety, drastyczne zmniejszenie kredytów na badania antarktyczne w 1981 r. spowodowało ponowne wstrzymanie wypraw do Stacji im. A. B. Dobrowolskiego, a bardzo znaczne ograniczenie badań w sąsiedztwie czynnej Stacji im. H. Arctowskiego. W rezultacie, żadne poważniejsze badania geologiczne w tym ostatnim rejonie nie mogą być przeprowadzone przed 1985 r. Oczekując na poprawę sytuacji, zespół naukowy opracowuje obfite zbiory geologiczne i paleontologiczne zebrane w Szetlandach Południowych w latach 1977—1981.

GŁÓWNE WYNIKI POLSKICH BADAŃ GEOLOGICZNYCH ANTARKTYKI

Zakres polskich badań geologicznych wykonanych dotychczas w sąsiedztwie Stacji im. H. Arctowskiego w Antarktyce Zachodniej jest bardzo szeroki, poczynając od geologii regionalnej wraz ze zdjęciem geologicznym, przez stratyografię i tektonikę, plutonizm i wulkanizm kopalny i współczesny, zagadnienie okruszczowania skał, po sedimentologię, paleoglacjologię i geologię czwartorzędu, przy szerokim wykorzystaniu studiów paleontologicznych (paleobotanicznych i paleozoologicznych). W mniejszym zakresie były dotychczas opracowywane zagadnienia geologii stosowanej i perspektywy surowcowe regionu, które stanowią z reguły kolejny etap po badaniach podstawowych. W sąsiedztwie Stacji im. A. B. Dobrowolskiego w Antarktydzie Wschodniej, wykonano dotychczas tylko badania z zakresu geomorfologii strefy marginalnej lądolodu i geologii czwartorzędu.

GEOLOGIA REGIONALNA I ZDJĘCIA GEOLOGICZNE

Systematycznie wykonywane zdjęcie geologiczne w oparciu o Stację im. H. Arctowskiego, przy pomocy środków transportu i lokomocji na lodowcach



Rys. 3. Obszary badań geologicznych polskich wypraw antarktycznych na Stację im. H. Arctowskiego

(sanie nansenowskie, przemarsze narciarskie), wzdłuż fiordów (przy użyciu łodzi motorowych i kutrów badawczych) i z powietrza (przy użyciu śmigłowców), doprowadziło do wykonania szczegółowej mapy geologicznej w skali 1 : 50 000 na obszarze całej Wyspy Króla Jerzego i wschodniej części Wyspy Nelsona (rys. 3), wraz z przyległym pasem litoralnym i nerytycznym. Ponadto, w wybranych obszarach, wykonano zdjęcia geologiczne bardziej szczegółowe, w skalach 1 : 35 000, 1 : 20 000, 1 : 13 000, 1 : 10 000, 1 : 4 000 i 1 : 2 500, w zależności od potrzeb naukowych i posiadanych podkładów topograficznych. Na mapy wniesiono wiele nowych nazw geograficznych [9, 34, 56]. Dzięki tym pracom uzyskano materiał wyjściowy do szczegółowej interpretacji budowy geologicznej obszaru wysp Króla Jerzego i Nelsona, poprawiając dane z obserwacji oraz wnioski poprzednich badaczy, przede wszystkim brytyjskich [1, 3, 46], jak też do porównań z Półwyspem Antarktycznym i pozostałymi elementami strukturalnymi Łuku Scotia.

Obszar Szetlandów Południowych stanowi łuk wyspowy przylegający do strefy subdukcji — wciągania skorupy oceanicznej południowo-wschodniego Oceanu Spokojnego pod kontynent antarktyczny, której śladem jest wąski rów oceaniczny (Rów Południowoszetlandzki) o głębokości ponad 5000 m, obrzeżający wyspy od strony Cieśniny Drake'a (rys. 2). Łuk Szetlandów Południowych zachodzi kulisowo na północne zakończenie łuku Ziemi Grahama

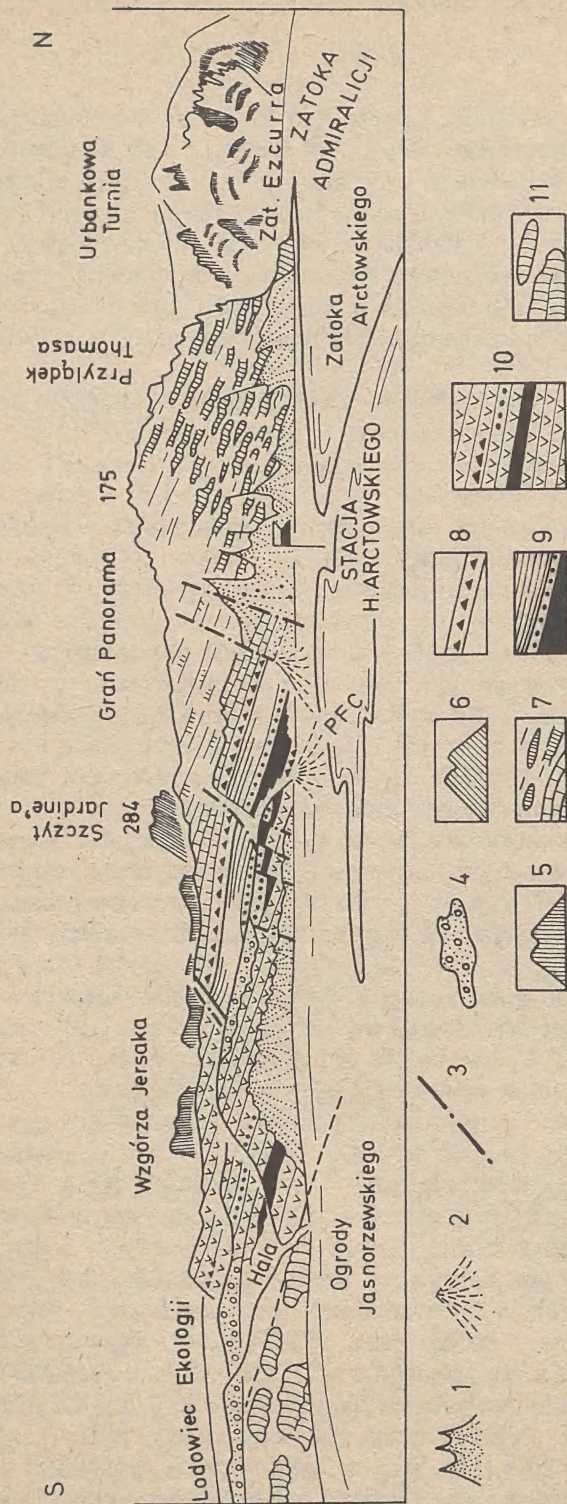
STRATYGRAFIA

Przeważająca większość skał łuku wyspowego Szetlandów Południowych to skały pochodzenia wulkanicznego: lawy, aglomeraty i tufy w przewadze andezytowe i bazaltowe, poprzebijane czopami i żyłami subwulkanicznymi (andezyt, bazalt), a w głębszej partii struktury także pniami i żyłami plutonicznymi (granodioryt, gabro). Ustalenie następstwa poszczególnych law i utworów piroklastycznych wymaga szczegółowego rozpoznania zdjęciem geologicznym, przy zastosowaniu wszelkich dostępnych metod datowania: radiometrycznego law i intruzji, a paleontologicznego rzadkich wkładek osadów floro- i faunonośnych.

Kompleks lawowo-piroklastyczny Wyspy Króla Jerzego rozdzielono na zespół starszy, mezozoiczny, i zespół młodszy — kenozoiczny [7, 8, 10, 11]. Zespół mezozoiczny, prawdopodobnie odpowiadający wyższej jurze i niższej kredzie, składa się z pokryw lawowych, aglomeratów, brekcji i tufów wulkanicznych andezytowo-bazaltowych oraz nieco kwaśniejszych — riolitowo-dacytowych, o łącznej miąższości przekraczającej 1100 m. W obrębie tego kompleksu wydzielono wiele formacji i jednostek litostratygraficznych niższego rzędu. Omawiane utwory przebite są subwulkanicznymi żyłami i pniami bazaltów i andezytów trzeciorzędowych oraz intruzjami plutonicznymi „andyjskimi” — diorytowo-gabrowymi [25, 27]. Licznie znajdowane w tufach i aglomeratach zwęglone, skrzemionkowane i zsyderytyzowane fragmenty pni roślin drzewiastych, nie dostarczyły jak dotychczas danych co do wieku kompleksu. Odciski gałązek rodzaju *Pagiophyllum* Heer [25, 60] zebrane w wyższej części kompleksu mają charakter mezozoiczny.

Najstarsze intruze granodiorytowe, które przebijają kompleks warstwianych law i osadów piroklastycznych, zostały radiometrycznie oznaczone jako dolnopaleogeńskie (55—60 mln lat), a więc kompleks lawowo-piroklastyczny musi być starszy — mezozoiczny. Z tego kompleksu otrzymujemy jednak daty rozbieżne, od 56 mln lat (starszy trzeciorząd) do 66 mln lat (najwyższa kreda), co może być interpretowane jako efekt przegrzania law mezozoicznych pod wpływem trzeciorzędowej działalności wulkanicznej, powodującej „ucieczkę” części argonu zawartego w skałach. W tym zatem przypadku datowanie radiometryczną metodą argonowo-potasową daje wyniki zaniżone.

Kompleks lawowo-piroklastyczno-osadowy wieku trzeciorzędowego podzielono na dwa zespoły [8, 10—12, 18—20]. Zespół starszy, o miąższości przekraczającej 2 500 m, został wyróżniony jako nadgrupa King George Island, z szeregiem grup, formacji i niższych jednostek litostratygraficznych (rys. 5). Jak wynika z najnowszych danych radiometrycznych, kompleks ten zaczął się tworzyć już w najwyższej kredzie (najstarsze daty radiometryczne: 77—67 mln lat), ale w przewadze należy do trzeciorzędu starszego (paleogenu: daty 52 mln lat — eocen, oraz 25 mln lat — oligocen górny). W kompleksie tym występuje kilka poziomów tufowych z dobrze zachowanymi odciskami liści i pędów zespołu *Nothofagus-Podocarpaceae* [60], a także poziom ilasto-tufowy z wkładkami węgla brunatnego, zawierający pyłki i spory zespół *Nothofagus-Pteridophyta* [54]. Starszy (paleogeński) zespół law trzeciorzędowych przecięty jest szeregiem czopów i żył bazaltowo-andezytowych, z których niewielka część stanowi wypełnienia kanałów wulkanicznych równo-



Rys. 5. Panorama geologiczna otoczenia Stacji im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego [8]

1 — stożki usypiskowe, 2 — stożki napływowe, 3 — uskoki, 4 — morena późnoplejstoceńska (złodowacenie Warszawski), 5 — dąki bazaltowe grupy Admiralty Bay, 6 — czop bazaltowy grupy Admiralty Bay, 7 — formacja Point Thomas (lawy i tufy bazaltowe), 8 — ognio Skua Cliff (aglomerat), 9 — lupki, zlepienie i tufy z poziomem węgla brunatnego (ogniwo Petrified Forest), 10 — lawy bazaltowe, aglomeraty, tufy, z wkładkami ilów i zlepieńców (ogniwo Hala), 11 — andezyty (ogniwo Rakusa Point), 8–11 — trzeciorzęd, 10–11 — trzeciorzęd (?) i najwyższa kreda

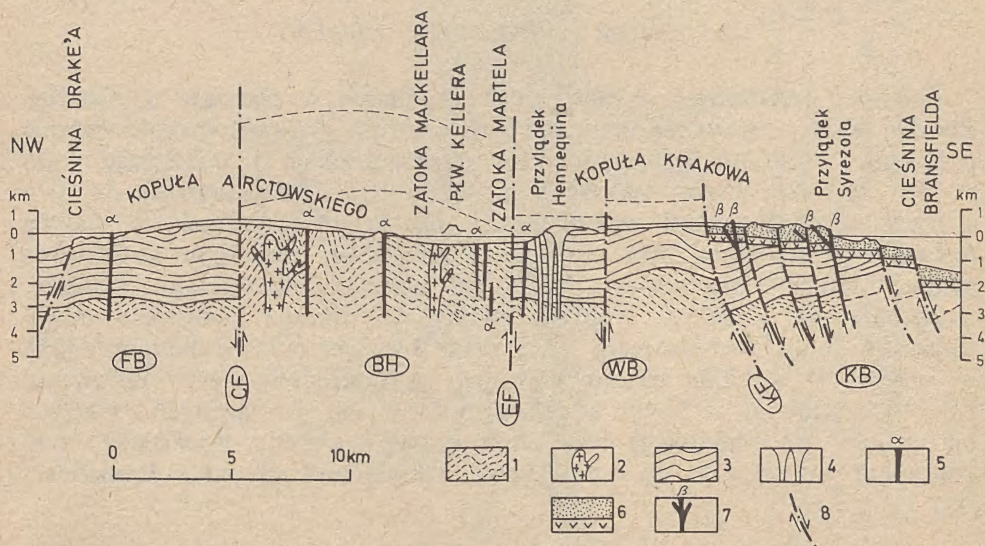
czesnych lawom nadgrupy King George Island, większość zaś jest od tej nadgrupy młodsza — reprezentując mioceńskie intruzje grupy Admiralty Bay.

Młodszy zespół skalny lawowo-piroklastyczno-osadowy tworzą: 1) grupa Moby Dick w południowo-wschodniej części Wyspy Króla Jerzego [27, 29, 33, 35], prawdopodobnie górnio-mioceńskiego wieku, oraz 2) nadgrupa Kraków Icefield w południowej części wyspy, między Zatoką Admiralicji i Zatoką Króla Jerzego, wieku pliocenńskiego [10—12, 24, 31, 35]. W zespole tym, występują także kopalne moreny i bogate w skamieniałości osady morsko-lodowcowe, świadczące o trzech kolejnych zlodowaceniach przedczwartorzędowych, o których będzie mowa niżej.

Wreszcie najmłodszy kompleks wulkaniczno-osadowy, to utwory związane z czwartorzędową działalnością wulkanów strefy ryftu Bransfielda, glacjacją i deglacjacją czwartorzędową (patrz niżej), które objęto wspólną nazwą grupy Penguin Island [13, 26, 30].

TEKTONIKA

Zbadany obszar wysp Króla Jerzego i Nelsona jest stosunkowo słabo zaburzony tektonicznie, głównie uskokami, a w mniejszej mierze strukturami fałdowymi. W ciągu miocenu utworzyły się tutaj wielkie uskoki przesuwcze



Rys. 6. Schematyczny przekrój geologiczny Wyspy Króla Jerzego w jej części środkowej [32]
 1 — wulkanity mezozoiczne, 2 — intruzje andyjskie (grupa Wegger Peak), 3, 4 — nadgrupa King George Island (3 — kompleks lawowo-piroklastyczny, 4 — intruzje), 5 — czopy i dajki grupy Admiralty Bay, 6 — nadgrupa Kraków Icefield (z oliwinowymi bazaltami w spągu), 7 — grupa Cape Syrezol (czopy, dajki), 8 — uskoki, 3—5 — trzeciorzęd i najwyższa kreda, 6 — pliocen, 7 — najwyższy pliocen-plejstocen, FB — blok Fildesa, CF — uskoki Collinsa, BH — blok (zrąb) Bartona, EF — uskoki Ezcurra, WB — blok Warszawy, KF — uskoki Krakowa, KB — blok Krakowa

(o przesunięciu mas skalnych w kierunku horyzontalnym), przebiegające równoległe do osi wysp, które dzielą je na bloki wydźwignięte (zrębowe) i zrzucone (rowy tektoniczne — rys. 6). Największy z tych uskoków — przesuwczy uskok Ezcurra, został rozpoznany na długości ponad 80 km od Wyspy Króla Jerzego do Wyspy Nelsona, a prawdopodobnie kontynuuje się na odległość co najmniej 300 km wzdłuż całego archipelagu szetlandzkiego. Uskok ten powstał prawdopodobnie w wyniku obrotu kontynentu antarktycznego wokół osi o położeniu zbliżonym do pozycji południowego bieguna geograficznego, w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara.

W strefie uskoku Ezcurra, wskutek ruchu przesuwczego, doszło do lokalnego sfałdowania i zbrekcowania skał starotrzeciorzędowych i mezozoicznych. Ruch przesuwczy wzdłuż uskoku zamarł na granicy miocenu i pliocenu w momencie, gdy wskutek zmiany pola naprężeń został on poprzecinany krótkimi uskokami (przesuwczymi i zrzutowymi) o kierunku południkowym [7, 8, 18, 27, 32]. Bliższa analiza tych zjawisk została przeprowadzona metodą badania drobnych struktur tektonicznych [55, 57].

W sąsiedztwie młodego, plioceńsko-plejstocenijskiego ryftu Bransfielda, powstawały systemy uskoków zrzutowych (grawitacyjnych), jako efekt dźwignia się obrzeżenia ryftu i odsuwania się bloku szelfowego Szetlandów Południowych od kontynentu Antarktydy pod wpływem tworzącego się dna oceanicznego Cieśniny Bransfielda [18, 24, 31, 32].

PLUTONIZM I WULKANIZM KOPALNY

Studium wulkanizmu i plutonizmu kopalnego w obszarze Szetlandów Południowych prowadzone metodami geologicznymi, pozwoliło na odtworzenie położenia i kształtu wielu wulkanów mezozoicznych i trzeciorzędowych [8, 24, 25, 32]. Studia geochemiczne odtworzyły następstwo typów law w poszczególnych cyklach wulkanicznych, przy czym okazało się, że magmą macierzystą najczęściej była nie magma bazaltowa lecz nieco kwaśniejsza magma andezytu bazaltowego, natomiast kolejnymi derywatami — bazyty wysokoglinowe, andezyty, riolity i dacyty. W obrębie kompleksu mezozoicznego (jurajsko-kredowego) wyróżniono 3 kolejne cykle wulkaniczne [25], w obrębie kompleksu trzeciorzędowego (górnokredowo-trzeciorzędowego) i czwartorzędowego — 5 cykli wulkanicznych [37, 38], powiązanych z etapami podsuwania się (subdukcji) bazaltowej skorupy Oceanu Spokojnego pod kontynent Antarktydy, jak i z etapami rozwierania się ryftu Bransfielda [31, 32].

WULKANIZM WSPÓŁCZESNY

Jak wspomniano, z młodym geologicznie ryftem Bransfielda związany jest wulkanizm współczesny (czwartorzędowy), reprezentowany przez czynny wulkan-kalderę wyspy Deception, wulkany drzemiące wysp Penguin i Bridgeman i wulkan wygasły Melville Peak (rys. 2) [13, 26, 30, 45]. Ponadto, w Cieśninie Bransfielda znajduje się wiele podmorskich wulkanów, każdy wznoszący się

co najmniej kilkaset metrów ponad jej dno (rys. 2). Polskie badania geologiczne pozwoliły na rozpoznanie struktury geologicznej wygasłego wulkanu Melville Peak (rys. 8), jak też na bliższe rozpoznanie struktury i określenie wieku form wulkanu wyspy Penguin (rys. 7), który powstał w ciągu XVIII—XIX w., a najmłodsza jego eksplozja nastąpiła z początkiem XX w. [13, 26, 30].

KRUSZCE

Z działalnością magmową, a zwłaszcza z intruzjami plutonicznymi andyjskimi, związane jest okruszczowanie rudami miedzi i żelaza (ze śladami złota), typu analogicznego jak w strefie andyjskiej Ameryki Południowej i Antarktydów Półwyspu Antarktycznego. Lokalnie występujące koncentracje kruszczowe rozpoznane przez nasze wyprawy na terenie Wyspy Króla Jerzego, a znane także z innych wysp Archipelagu Szetlandów Południowych, mogą mieć znaczenie przemysłowe.

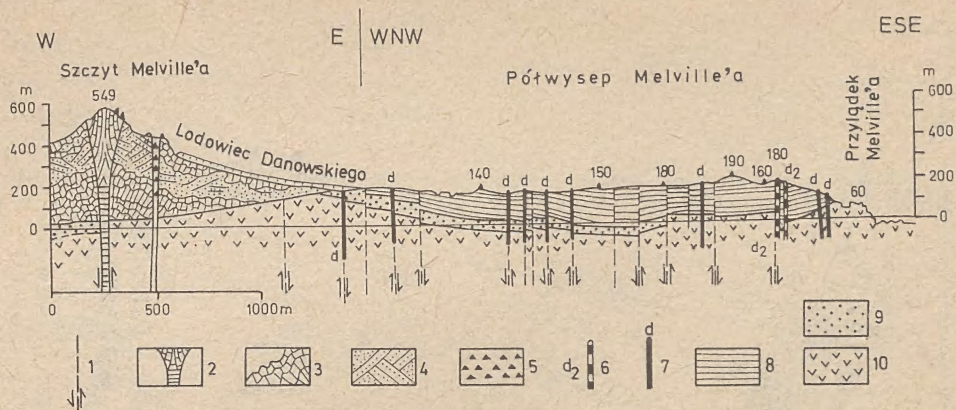
Potwórne uruchomienie roztworów mineralizujących nastąpiło w miocenie wzdłuż linii uskoków poprzecznych do systemu uskoku Ezcurra. Wzdłuż tych uskoków poprzecznych można stwierdzić występowanie niewielkich koncentracji siarczków, tlenków i wodorotlenków żelaza, miedzi i innych pierwiastków metalicznych.

W niektórych poziomach lawowo-tufowych zaznacza się silna zeolityzacja, jako wynik przemian hydrotermalnych i teletermalnych, w całym kompleksie mezozoicznym i starotrzeciorzędowym często występują żyły kwarcowe (lub kwarcowo-kruszczowe) i jaspisowe, rzadziej kalcytowe [8, 10, 18, 25, 27, 51, 55, 57, 58].

PALEOGLACJOLOGIA I GEOLOGIA CZWARTORZĘDU

Jednym z najciekawszych odkryć dokonanych w czasie polskich badań geologicznych Wyspy Króla Jerzego, stało się rozpoznanie trzech kolejnych zlodowaceń przedczwartorzędowych [35]. Najstarsze z nich, prawdopodobnie wieku górnomiocenijskiego, nazwane zlodowaceniem Melville'a [27, 29, 33], reprezentowane jest przez osady morsko-lodowcowe zawierające liczne głązy erratyczne przyniesione z kontynentu antarktycznego przez dryfujące góry lodowe (rys. 8). Licznie występujące w osadzie szczątki organiczne [27, 29, 33, 41, 43, 44], składają się częściowo z elementu współczesnego zlodowaceniu (*in situ*), jak małże, ślimaki, kraby, wieloszczety, korale osobnicze, część otwornic, część nannoplanktonu wapiennego i in., częściowo zaś z materiału redeponowanego z osadów starszych (kredowych), jak belemnity, nannoplankton wapienny, część otwornic i in. [27, 36].

Drugim zlodowaceniem, wieku plioceńskiego, było zlodowacenie Polonez [10—12, 15, 18, 24, 29, 31, 51, 58], reprezentowane przez kopalne moreny zawierające materiał erratyczny z kontynentu antarktycznego, oraz bogate w kopalną faunę morską osady morsko-glacialne (rys. 9). Zlodowacenie Polonez było największym zlodowaceniem kenozoicznym w dziejach An-



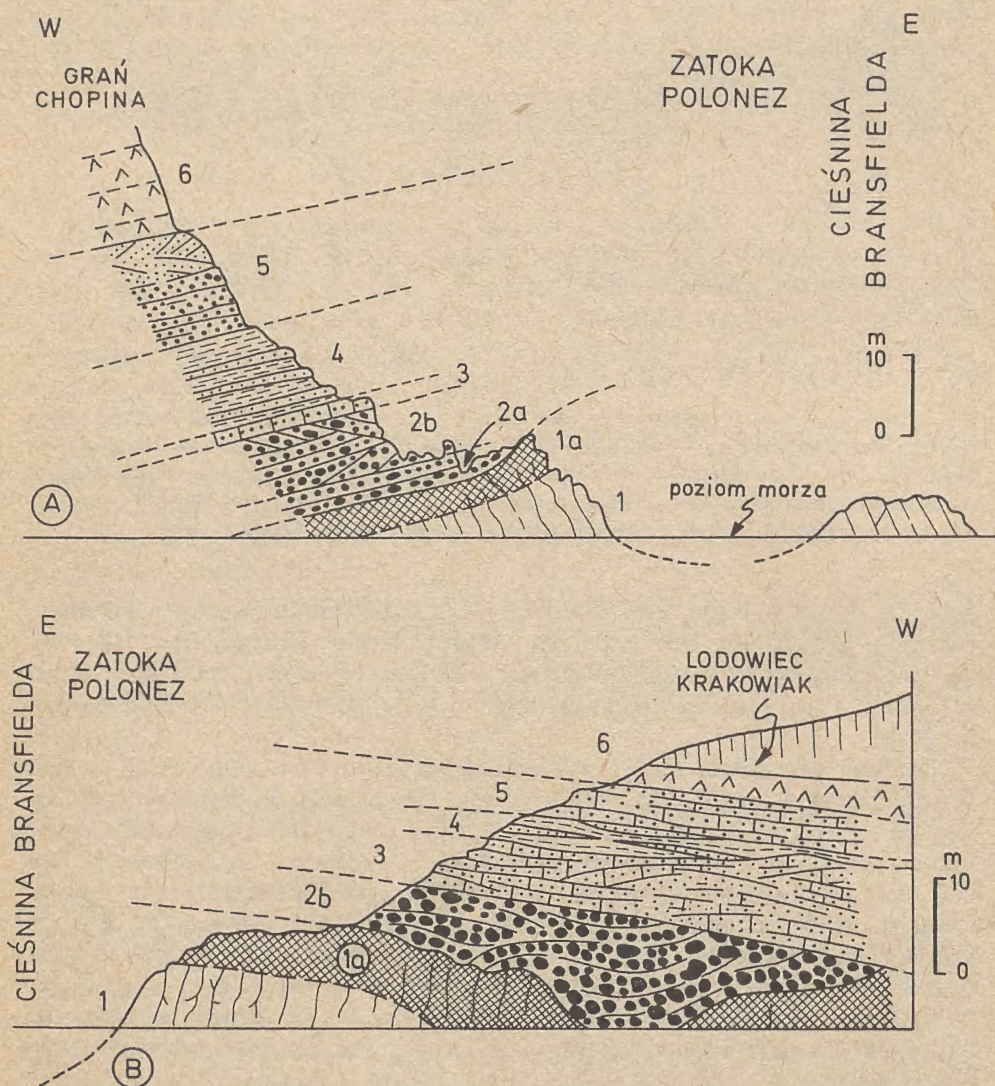
Rys. 8. Przekrój geologiczny przez Szczyt Melville'a i Półwysep Melville'a na Wyspie Króla Jerzego [33]

1 — uskoki, 2 — czop bazaltowy, 3 — lawa bazaltowa, 4 — utwory piroklastyczne, 5 — aglomerat i lawa młodszej fazy wulkanicznej (2—5 — grupa Penguin Island, czwartorzęd), 6, 7 — dajki bazaltowe i andezytowe (d — starsze, d_2 — młodsze), 8 — formacja Cape Melville (osady zlodowacenia Melville'a — górny miocen?), 9 — formacja Destruction Bay, 10 — formacja Sherratt Bay (lawy bazaltowe), 8—10 — grupa Moby Dick

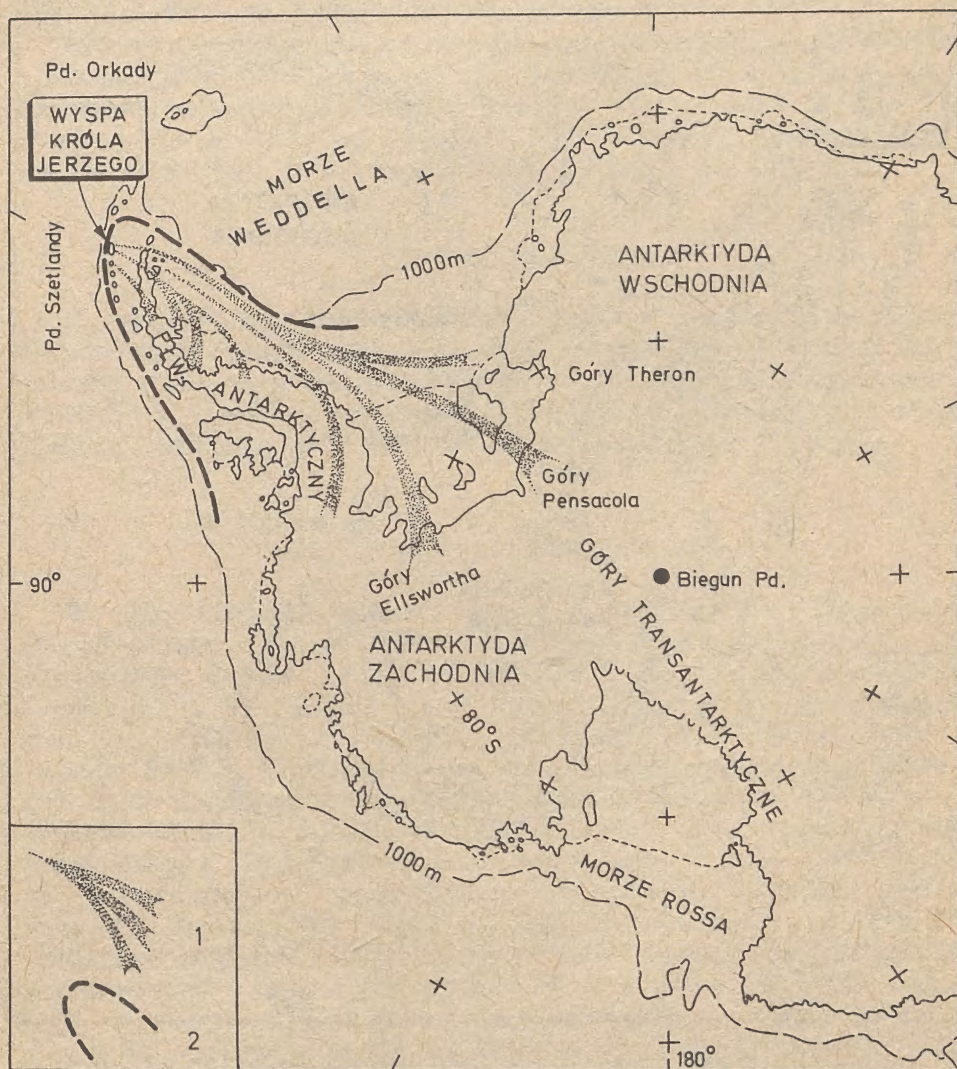
tarktyki: tylko w ciągu tego zlodowacenia lądolód antarktyczny przekroczył Cieśninę Bransfielda docierając do Wyspy Króla Jerzego (rys. 10, 11). Zlodowacenie Polonez prawdopodobnie odpowiada zlodowaceniowi Queen Maud w Górach Transantarktycznych [12, 24, 35], które datuje się na ponad 4,2 mln lat [49].

Trzecim przedczwartorzędowym zlodowaceniem rozpoznany na terenie Wyspy Króla Jerzego, było zlodowacenie Legru. Jego kopalne moreny zawierają już tylko materiał lokalny, świadcząc o przerwaniu połączenia z czałą lodową kontynentu antarktycznego, wskutek utworzenia się głębokiego zapadliska — ryftu Bransfielda. Zlodowacenie to prawdopodobnie można korelować na zlodowaceniem Scotta w Górach Transantarktycznych [12, 24, 35], którego wiek określono na 2,1—2,4 mln lat (górny pliocen) [49]. Zlodowacenia Polonez i Legru oddzielone są od siebie okresem o charakterze interglacjalnym, nazwanym interglacjałem Wesela, w czasie którego na badanym obszarze zachodziła silna erozja i depozycja pod wpływem wód płynących.

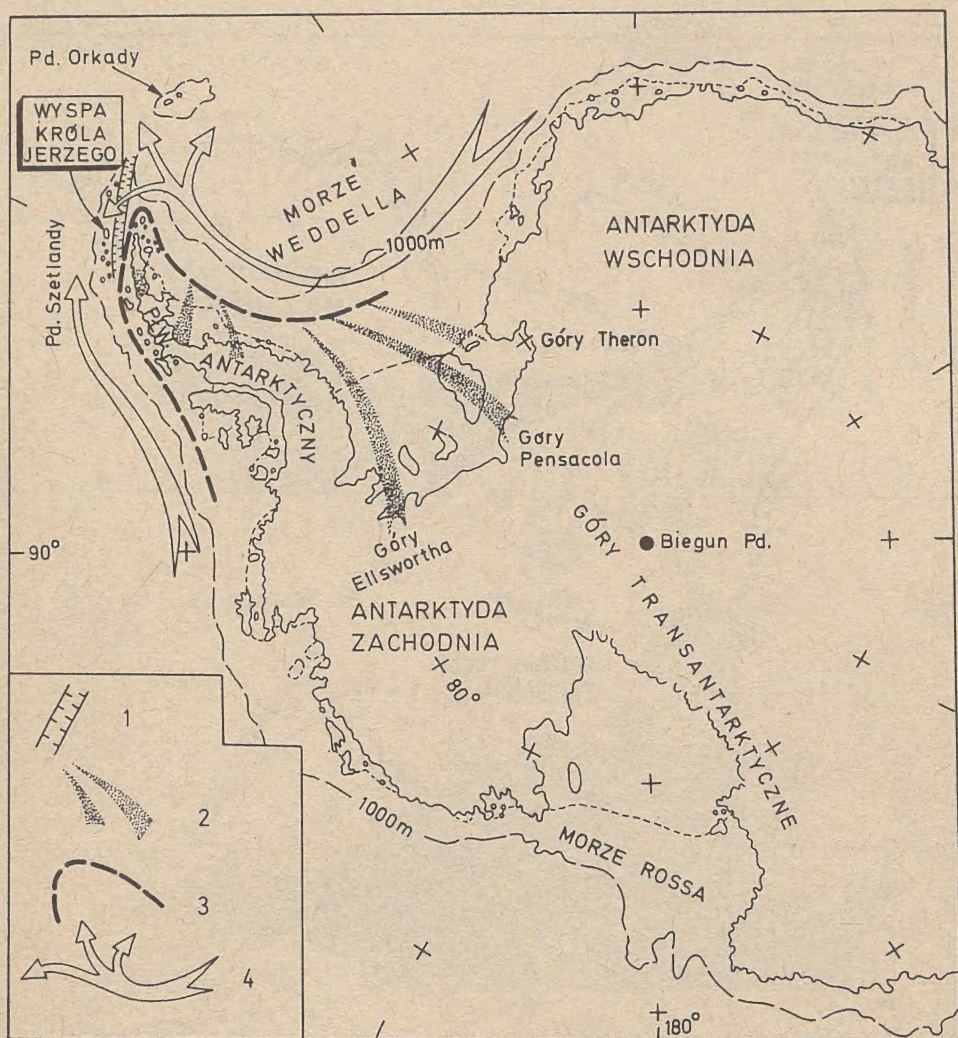
Jest szczególnie, że na terenie Archipelagu Szetlandów Południowych nie rozpoznano dotychczas kopalnych moren wieku staro- i środkowoplejstoceni. Mogły one ulec zniszczeniu przez lodowce w czasie młodsze go plejstocenu, albo są ciągle jeszcze ukryte pod czapami lodowymi. Stwierdzono natomiast występowanie wielu wysokich poziomów żwirów plażowych, które mogą odpowiadać fazom interglacjalnym plejstocenu: 255—180 m n.p.m. — interglacjał Kasprzewego, 135—105 m n.p.m. — interglacjał Uboczy, jak też obecność moren młodoplejstoceni — odpowiadających zlodowaceniowi Würm (Vistulian) Europy i Wisconsin Ameryki Północnej, które nazwano zlodowaceniem Warszawy [22].



Rys. 9. Odsłonięcia utworów pliocenicznych w zatoce Polonez na Wyspie Króla Jerzego [12]
 1, 1a — lawy bazaltowe zwietrzałe w górnej części (formacja Mazurek Point), 2a — morena
 denna, 2b — osady glacyfluwialne (2a, b — ogniwo Krakowiak Glacier), 3 — zlepienie pektenowe
 (ogniwo Low Head), 4 — łupki i piaskowce (ogniwo Sikława), 5 — zlepienie i piaskowce
 pektenowe (ogniwo Oberek Cliff), 2—5 — formacja Polonez Cove, 6 — lawy dacytowe (for-
 macja Boy Point)



Rys. 10. Złodowacenie Polonez: rekonstrukcja dróg transportu lodowcowego (1) i maksymalny zasięg kontynentalnej czasy lodowej (2) [24]



Rys. 11. Złodowacenie Polonez' rekonstrukcja paleogeografii Zachodniej Antarktydy w czasie tworzenia się osadów morsko-lodowcowych młodszych od moren spagowych [24]
 1 — ryft Bransfielda, 2 — drogi transportu lodowcowego, 3 — maksymalny zasięg kontynentalnej czaszy lodowej, 4 — drogi dryfu gór lodowych

Metodą lichenometryczną określano wiek wielu holocénskich moren rejonu Zatoki Admiralicji. Uwzględniając datowania radiowęglem i dane historyczne, ustalono następujące lokalne stadia transgresji lodowców na terenie Archipelagu Szetlandów Południowych (*L* — metoda lichenometryczna, *C* — metoda radiowęglowa): 1240 (*L*), 1450 (*C*), 1720 (*C*), 1780 (*L*), 1825 (*L*), 1880 (*L*), 1905—1925, 1950—1960 [14, 22, 23].

Badania nad występowaniem i następstwem podniesionych tarasów morskich i zasięgiem czoła lądolodu w holocenie prowadzono nie tylko w otoczeniu Stacji Arctowskiego (patrz wyżej), ale także w otoczeniu Stacji im. A. B. Dobrowolskiego w Oazie Bungera [57]. Tego ostatniego obszaru dotyczyła też charakterystyka moren współczesnego czoła lądolodu [59].

SEDYMENTOLOGIA

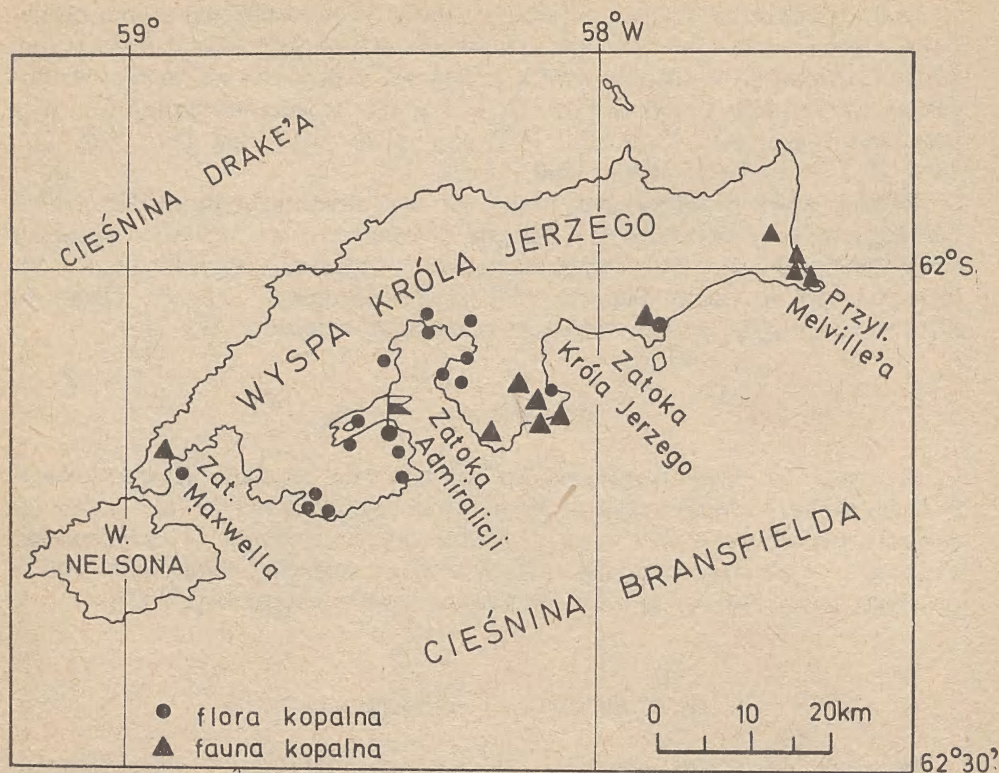
Z uwagi na mały udział osadów w budowie geologicznej Szetlandów Południowych, badania sedymentologiczne prowadzone były w ograniczonym zakresie, przede wszystkim w morsko-lodowcowym kompleksie zlodowacenia Polonez i w trzeciorzędowych osadach słodkowodnych pochodzenia wulkanicznego, częściowo także na współczesnych wałach burzowych [27].

PALEONTOLOGIA I PALEOEKOLOGIA

W ciągu kolejnych wypraw, zarówno geolodzy, jak i paleontolodzy, zbierali szczątki roślin zachowane jako zwęglone, skrzemionkowane i zsyderytyzowane drewna, odciski liści, gałązek i pędów roślin drzewiastych i zielnych, jak też pobierali próbki osadów do badań sporowo-pyłkowych (rys. 12). Materiały te, przekazane do Zakładu Paleobotaniki Instytutu Botaniki PAN w Krakowie, zostały już częściowo opracowane. Wskazują one, że w trzeciorzędzie starszym (eocen - oligocen) zbocza wulkanów archipelagu Szetlandów Południowych były porośnięte lasami o przewadze buka południowego — *Nothofagus*, przy czym zespół starszy, rozpoznany na podstawie pyłkowo-sporowej, charakteryzuje się bogactwem paprotników (*Nothofagus* - *Pteridophyta* [54]), zespół zaś młodszy, rozpoznany na podstawie odcisków liści, pędów i diaspór pozbawionych substancji organicznej — jest wzbogacony w szczątki roślin szpilkowych, a ubogi w paprotniki (*Nothofagus* - *Podocarpaceae* [60]). Ten właśnie zespół młodszy, określane dotychczas jako dolno-środkowomiocénski, na podstawie najnowszego datowania radiometrycznego law w nadkładzie osadów floronośnych należy zaliczyć do górnego oligocenu.

Charakterystyka flory osadów międzylawowych wieku górnokredowego i starszego nie została jeszcze dokonana. Obfitość fragmentów skamieniałych pni drzew, często o znacznych rozmiarach, wskazuje na obecność lasów. Przyrosty roczne dobrze widoczne na wielu pniach wskazują na cyklicznie zróżnicowany klimat z wyraźną porą chłodną (zimową).

Szczątki roślinne w osadach międzylawowych płocenu są wielką rzadkością; zostały one znalezione jedynie w podłożu osadów zlodowacenia Polonez [51].



Rys. 12. Stanowiska z kopalną florą i fauną na Wyspie Króla Jerzego zbadane przez polskie wyprawy (większość stanowisk została odkryta w czasie wypraw z lat 1977—1981)

Należy przyjąć, że w tym czasie klimat Szetlandów Południowych oziębił się już bardzo znacznie wskutek pojawienia się lądolodu antarktycznego u schyłku miocenu.

Najstarsze czwartorzędowe szczątki roślinne zostały rozpoznane w subforyslnym torfie koło Stacji im. H. Arctowskiego których wiek określony metodą radiowęglą przez laboratorium w Uppsali wynosi 4950 ± 140 lat [22].

Poszukiwania kopalnej fauny lądowej, a zwłaszcza szczątków ssaków (torbaczy) w osadach tufowych między potokami law, prowadzone z dużym nakładem sił w latach 1978—1979 i w latach następnych, niestety nie dały pozytywnego rezultatu. Szczątki małych szczuropolodopodobnych torbaczy z rodzaju *Polydolops* zostały znalezione po raz pierwszy na Antarktydzie dopiero w 1982 r. na Wyspie Seymoura (koło Półwyspu Antarktycznego) w późno-eoceńskich osadach przez amerykańskiego paleontologa Williama Zinsmeistera.

Wielkim sukcesem zakończyły się natomiast poszukiwania szczątków organicznych (fauny i flory) w osadach morsko-lodowcowych wieku trzeciorzędowego: zlodowacenia Melville'a i zlodowacenia Polonez.

W osadach zlodowacenia Melville'a (górnym miocen?) stwierdzono występowanie bogatej fauny, przede wszystkim bezkręgowców [27, 29, 33, 36, 41, 43, 44]. Szczątki makroorganizmów reprezentowane są przez osobnicze koralce

(liczne, zwykle w pozycji życiowej), serpule, wieloszczety, następnie małże (liczne, często w pozycji życiowej), ślimaki (częste), łódkonogi, kraby (liczne, często bardzo dobrze zachowane) i ich kanały mieszkalne wypełnione osadem, dalej jeżowce i rozgwiazdy, mszywioly i belemnity (liczne, zwłaszcza w górnej części formacji Przylądka Melville'a). Kręgowce reprezentowane są przez fragmenty ryb. Mikroorganizmy składają się z otwornic wapiennych i aglutynujących. Ponadto znajdujemy okrzemki, cysty chrysomonad i *Silicoflagellata*. Nannoplankton wapienny reprezentowany jest przez kilkanaście słabo zachowanych form kredowych. W osadach zbliżonych wykształceniem do formacji Przylądka Melville'a znaleziono trzeciorzędowe małże [52] oraz kredowy i trzeciorzędowy nannoplankton wapienny [41, 33].

Wspólne występowanie form kredowych (belemnity, nannoplankton wapienny) i trzeciorzędowych (niektóre otwornice, kokkolity z rodzaju *Discoaster* Tan Sin Hok, prawdopodobnie większość małży, ślimaków, koralów i in.) sugeruje, że szczątki organizmów kredowych są na wtórnym złożu w osadach trzeciorzędowych [33, 35, 36]. Wiek omawianych osadów, a zarazem zlodowacenia Melville'a, zostanie zapewne dobrze określony po opracowaniu całego zespołu skamieniałości. Zlodowacenie Melville'a jest w każdym razie starsze od plioceńskiego zlodowacenia Polonez; na podstawie danych z literatury przedmiotu można wnosić, że powinno ono odpowiadać wyższemu miocenowi, kiedy czapa lodolodu Antarktydy osiągnęła już znaczne rozmiary, a morza wokół Antarktydy były usiane dryfującymi górami lodowymi szeroko roznoszącymi materiał morenowy z kontynentu.

W osadach zlodowacenia Polonez występuje bogaty zespół szczątków zwierząt morskich bezkręgowych, z których znaczna część została już szczegółowo opracowana [39, 42, 47]. Mikroorganizmy reprezentowane są przez kokkolity (rzadkie), okrzemki (rzadkie), cysty chrysomonad (rzadkie), otwornice planktoniczne (rzadkie) i licznie otwornice bentoniczne z rodziny *Miliolidae*, *Nodosariidae*, *Glandulinidae* i *Elphidiidae*. Makroorganizmy bentoniczne bezkręgowce są reprezentowane przez częste robaki z rodzajów *Serpula* Linnaeus i *Spirorbis* Daudin i mszywioly bardzo częste, 49 gatunków.

Ramienionogi są rzadkie, natomiast małże (28 gatunków) są bardzo liczne, z najczęściej występującymi *Chlamys anderssoni* (Henning) i *Venus newtoni* Wilckens. Ślimaki są liczne (11 gatunków), z najczęściej występującymi gatunkami z rodzajów *Nassa* Lamarck, *Acteon* Montfort i *Polinices* Montfort. Częste są również małżoraczki, ponadto fragmenty łodyg liliowców i elementów szkieletowych wężowideł. Liczne są płytki i kolce jeżowców.

Studia paleoekologiczne osadów morsko-glacialnych zlodowacenia Polonez prowadzone były wspólnie z badaniami sedymentologicznymi. Pozwoliły one na odtworzenie charakteru zbiornika płytkomorskiego, który w dobie zlodowacenia zajmował prawdopodobnie znaczną część Wyspy Króla Jerzego.

Na specjalną uwagę zasługują również szczątki organiczne dobrze zachowane w wapiennych blokach erratycznych przyniesionych przez lodowce i dryfujące góry lodowe z wnętrza kontynentu antarktycznego, które zostały zdeponowane w kopalnych morenach i osadach morsko-glacialnych zlodowacenia Polonez i zlodowacenia Melville'a [50, 27, 43]. Należą do nich szczątki kambryjskich koralokształtnych *Archaeocyatha*, które występują w to-

warzystwie fragmentów trylobitów, glonów (*Cyanophyta*) i skorupek ?*Volborthella* Schmidt lub ?*Salterella* Billings [50].

Bloki wapieni archeocjatowych zostały stwierdzone na terenie Szetlandów Południowych po raz pierwszy w czasie polskich badań geologicznych.

GEOLOGIA STOSOWANA I SUROWCE MINERALNE

Badania geologiczne w latach 1977—1981 przeprowadzone na terenie Szetlandów Południowych, miały przede wszystkim charakter badań podstawowych. Jednakże, gdy przy okazji zdjęcia geologicznego stwierdzono w licznych przypadkach (w latach 1977—1979) obecność okruszczowania pirytyowo-chalkopirytowego, dołączono do wyprawy w 1979—1980 specjalistów w celu dokładniejszego zbadania tego okruszczowania. Dzięki ich pracy rozpoznano kilka rejonów i stref silnej mineralizacji kruszczowej pierwotnej i wtórnej [58], która może mieć znaczenie przemysłowe.

Badania stratygrafii i struktury geologicznej rejonu wysp Króla Jerzego i Nelsona, poszerzone na strefę przyległych wysepek i ostańców skalnych wyspowego szelfu szetlandzkiego, doprowadziły do wyróżnienia zasadniczych elementów strukturalnych i poziomów korelacyjnych pozwalających na interpretację wyników morskich badań geofizycznych tego szelfu, jak też Rowu Południowoszetlandzkiego i ryftu Cieśniny Bransfielda, zarówno brytyjskich z lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych, jak i polskich z lat 1979—1980. Obszar szelfowy Antarktyki Zachodniej wymieniany jest jako perspektywiczny dla poszukiwań węglowodorów ciekłych i gazowych [6, 21].

Badania w zakresie geologii inżynierskiej prowadzone były na terenie Stacji im. H. Arctowskiego w celu rozpoznania grubości strefy czynnej (rozmarzającej) i głębokości występowania wiecznej marzłoci, jak też charakteru wód zaskórnych w tej strefie [27, 28].

UWAGI KOŃCOWE

Powyższy przegląd wyników polskich badań geologicznych Antarktyki, zwłaszcza Antarktyki Zachodniej, wskazuje na poważne osiągnięcia naukowe, z których wiele ma rangę światową. Podstawowe opracowania materiałów zebranych w latach 1977—1981 powinny być zakończone do 1985 r., kiedy to należy na nowo podjąć terenowe badania geologiczne, zarówno w zachodniej części Archipelagu Szetlandów Południowych, jak i przede wszystkim w obszarze lądowym i szelfowym Półwyspu Antarktycznego. Obecność polskich grup geologicznych w tym rejonie podyktowana jest zarówno potrzebami nauki polskiej, jak też dobrze pojętym interesem polityczno-ekonomicznym naszego kraju. Uczestnictwo Polski od 1977 r. jako państwa - strony Traktatu Antarktycznego z 1959 r., nakłada na nasz kraj współodpowiedzialność za badania naukowe i partycypację w opracowaniu racjonalnych zasad ewentualnej eksploracji i eksploatacji surowców mineralnych Antarktyki, nie naruszających jej unikalnego środowiska przyrodniczego. Bez stałego uczestniczenia w badaniach geologicznych i geofizycznych Antarktyki spełnienie tych postulatów przez naukę polską nie będzie możliwe.

LITERATURA

1. Adie R. J. — *Geological history*. [In:] Antarctic Research (R. Priestley, R. J. Adie, G. de Q. Robin, Eds), London, 117—162, 1964.
2. Andersson J. G. — *On the geology of Graham Land*. Bull. Geol. Inst. Uppsala, 7, 19—71, 1906.
3. Barton C. M. — *The geology of South Shetland Islands. III. The stratigraphy of King George Island*. Sci. Repts Brit. Antarct. Surv. 44, 1—33, 1965.
4. Birkenmajer K. — *Polska wyprawa antarktyczna 1977—78*. Wszechświat 11 (2179), 269—272, 1978.
5. Birkenmajer K. — *Polish Antarctic activities 1976—78*. Polar Record (Cambridge), May, 173—175, 1978.
6. Birkenmajer K. — *Zagadnienia poszukiwań i eksploatacji zasobów surowców mineralnych Antarktyki*. Prz. Geol., 5 (301), 307—308, 1978.
7. Birkenmajer K. — *Polskie badania geologiczne w Zachodniej Antarktyce (1977—1978)*. Prz. Geol., 1 (309), 1—6, 1979.
8. Birkenmajer K. — *Tertiary volcanic-sedimentary succession at Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 64, 7—65, 1980.
9. Birkenmajer K. — *New place names introduced to the area of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 64, 67—87, 1980.
10. Birkenmajer K. — *Report on geological investigations of King George Island, South Shetland Islands (West Antarctica) in 1978—79*. Stud. Geol. Pol., 64, 89—105, 1980.
11. Birkenmajer K. — *A revised lithostratigraphic standard for the Tertiary of King George Island, South Shetland Islands (West Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 27, 49—57, 1980.
12. Birkenmajer K. — *Discovery of Pliocene glaciation on King George Island, South Shetland Islands (West Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 27, 59—67, 1980.
13. Birkenmajer K. — *Age of the Penguin Island volcano, South Shetland Islands (West Antarctica), by the lichenometric method*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 27, 69—76, 1980.
14. Birkenmajer K. — *Lichenometric dating of glacier retreat at Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 27, 77—85, 1980.
15. Birkenmajer K. — *Polskie badania geologiczne w Zachodniej Antarktyce, 1978—1979*. Prz. Geol., 5 (325), 291—297, 1980.
16. Birkenmajer K. — *Polish Antarctic activities. 1978—79*. Polar Record (Cambridge), May, 156—158, 1980.
17. Birkenmajer K. — *Polskie wyprawy antarktyczne 1978/79*. Wszechświat 5 (2195), 109—114, 1980.
18. Birkenmajer K. — *Geology of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands)*. An outline. Pol. Polar Res., 1, 29—59, 1980.
19. Birkenmajer K. — *Lithostratigraphy of the Point Hennequin Group (Miocene volcanics and sediments) at King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 72, 59—73, 1981.
20. Birkenmajer K. — *Geological relations at Lions Rump, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 72, 75—87, 1981.
21. Birkenmajer K. — *Szelf antarktyczny jako źródło węglowodorów*. Wszechświat 1 (2205), 4—6, 1981.
22. Birkenmajer K. — *Raised marine features and glacial history in the vicinity of H. Arc-towski Station, King George Island (South Shetland Island, West Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 29, 109—117, 1981.
23. Birkenmajer K. — *Lichenometric dating of raised marine features at Admiralty Bay,*

- King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 29, 119—127, 1981.
24. Birkenmajer K. — *Pliocene tillite-bearing succession of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 74, 7—72, 1982.
25. Birkenmajer K. — *Mesozoic stratiform volcanic-sedimentary succession at Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 74, 105—154, 1982.
26. Birkenmajer K. — *The Penguin Island volcano, South Shetland Islands (Antarctica): its structure and succession*. Stud. Geol. Pol., 74, 155—173, 1982.
27. Birkenmajer K. — *Report on geological investigations of King George Island and Nelson Island (South Shetland Islands, West Antarctica), in 1980—81*. Stud. Geol. Pol., 74, 175—197, 1982.
28. Birkenmajer K. — *V Wyprawa Antarktyczna Polskiej Akademii Nauk na Stację im. H. Arctowskiego, 1980—1981*. Nauka Pol., 11—12, 141—149, 1982.
29. Birkenmajer K. — *Pre-Quaternary fossiliferous glaciomarine deposits at Cape Melville, King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 30, 29, 331—340, 1982.
30. Birkenmajer K. — *Structural evolution of the Melville Peak volcano, King George Island South Shetland Islands, West Antarctica*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 30, 29, 341—351, 1982.
31. Birkenmajer K. — *Extent and course of the Pliocene glaciations in West Antarctica*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 30, 9—20, 1983.
32. Birkenmajer K. — *Late Cenozoic phases of block-faulting on King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre 30, 21—32, 1983.
33. Birkenmajer K. — *Geology of the Cape Melville area, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica): pre-Pliocene glaciomarine deposits and their substratum*. Stud. Geol. Pol., 79 (w druku).
34. Birkenmajer K. — *Further new place names for King George Island and Nelson Island, South Shetland Islands (West Antarctica), introduced in 1981*. Stud. Geol. Pol., 79 (w druku).
35. Birkenmajer K. — *Pre-Quaternary glaciations of West Antarctica: evidence from the South Shetland Islands*. Pol. Polar Res., 303, 56—59, 1983.
36. Birkenmajer K., Gaździcki A., Wrona R. — *Cretaceous and Tertiary fossils in glaciomarine sediments at Cape Melville, Antarctica*. Nature (London) 303, 56—59, 1983.
37. Birkenmajer K., Narębski W. — *Tertiary calc-alkaline island-arc volcanic suite of the South Shetland Islands (West Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Terre, 38 291—302, 1981.
38. Birkenmajer K., Narębski W., Skupiński A., Bakun-Czubarow N. — *Geochemistry and origin of the Tertiary island-arc calc-alkaline volcanic suite at Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 72, 7—57, 1981.
39. Bitner M. A., Pisera A. — *Brachiopods from "Pecten conglomerate" (Polonez Cove Formation, Pliocene) of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 79 (w druku).
40. Błaszyk J., Gaździcki A. — *Badania paleontologiczne na Wyspie Króla Jerzego podczas III Polskiej Wyprawy Antarktycznej Polskiej Akademii Nauk, 1978—1979*. Prz. Geol., 5 (325), 297—301, 1980.
41. Dudziak J. — *Cretaceous calcareous nannoplankton from glaciomarine deposits of the Cape Melville area, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 79 (w druku).
42. Gaździcki A., Pugaczewska H. — *Biota of the "Pecten conglomerate" (Polonez Cove Formation, Pliocene) from King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 79 (w druku).
43. Gaździcki A., Wrona R. — *Badania paleontologiczne V Polskiej Wyprawy Antarktycznej Polskiej Akademii Nauk 1980—1981*. Przegl. Geol., 2 (346), 57—61, 1982.

44. Gaździcki A., Wrona R. — *Skamieniałości górnej kredy i trzeciorzędu z osadów tala-soglacjalnych na Półwyspie Melville'a, Wyspa Króla Jerzego. (Zachodnia Antarktyka). Prz. Geol.* 8, 399—404, 1982.
45. González-Ferrán O., Katsui Y. — *Estudio integral del volcanismo cenozoico superior de las islas Shetland del Sur. Antártica, Ser. Cient. Inst. Antárt. Chil.*, 1, 123—174, 1970.
46. Hawkes D.D. — *The geology of the South Shetland Islands. I. The petrology of King George Island. Sci. Repts Falkd Isl. Dep. Surv.* 26, 1—28, 1961.
47. Jesionek-Szymańska W. — *Echinoid remains from "Pecten conglomerate" (Polonez Cove Formation, Pliocene) of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). Stud. Geol. Pol.*, 79 (w druku).
48. Kosiba A. — *Działalność naukowa profesora Henryka Arctowskiego, Acta Geophys. Pol.*, 7, 4—64, 1960.
49. Mayewski P.A. — *Glacial geology and Late Cenozoic history of the Transantarctic Mountains, Antarctica. Inst. Polar Stud. (Columbus, Ohio), Rept* 56, 1—168, 1975.
50. Morycowa E., Rubinowski Z., Tokarski A.K. — *Archaeocyathids from a moraine at Three Sisters Point, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). Stud. Geol. Pol.*, 74, 73—80, 1982.
51. Paulo A., Tokarski A.K. — *Geology of the Turret Point—Three Sisters Point area, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). Stud. Geol. Pol.*, 74, 81—103, 1982.
52. Pugaczewska H. — *Tertiary Bivalvia and Scaphopoda from glaciomarine deposits at Magda Nunatak, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). Stud. Geol. Pol.*, 79 (w druku).
53. Różycki S.Z. — *Changements pleistocènes de l'extension de l'inlandsis en Antarctide Orientale d'après l'étude des anciennes plages élevées de l'Oasis Bunger (Queen's Mary Land). Biul. Peryglac.*, 10, 257—283, 1961.
54. Stuchlik L. — *Tertiary pollen spectra from the Ezcurra Inlet Group of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). Stud. Geol. Pol.*, 72, 109—132, 1981.
55. Tokarski A.K. — *Structural events in the South Shetland Islands (Antarctica). I. The Polonez Cove Formation (Pliocene). Stud. Geol. Pol.*, 72, 89—95, 1981.
56. Tokarski A.K. — *New place names introduced to the areas of King George Bay and Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). Stud. Geol. Pol.*, 72, 141—146, 1981.
57. Tokarski A.K. — *Structural events in the South Shetland Islands (Antarctica). II. Tertiary volcanics and sediments south of Ezcurra Fault, King George Island. Stud. Geol. Pol.*, 79 (w druku).
58. Tokarski A.K., Paulo A., Rubinowski Z. — *Report on geological investigations of King George Island, South Shetland Islands (West Antarctica) in 1979—1980. Stud. Geol. Pol.*, 72, 133—140, 1981.
59. Wiśniewski E. — *Moraines forms and deposits of Antarctic ice-sheet at the contact with Bunger Hills. Pol. Polar Res.*, 2, 17—28, 1981.
60. Zastawniak E. — *Tertiary leaf flora from the Point Hennequin Group of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). Preliminary report. Stud. Geol. Pol.*, 72, 97—108, 1981.

HUBERT SZANIAWSKI
RYSZARD WRONA
ANDRZEJ GAŹDZICKI

Zakład Paleobiologii PAN
Warszawa

ZNACZENIE BADAŃ PALEONTOLOGICZNYCH W ANTARKTYCE I UDZIAŁ POLAKÓW W ICH REALIZACJI

Prawie cała Antarktyda pokryta jest dziś powłoką lodową o średniej grubości około 2000 m i, poza strefą brzegową, pozbawiona fauny i flory z wyjątkiem mikroorganizmów, niewielkiej ilości porostów i nielicznych, drobnych stawonogów. Trudno jest więc sobie wyobrazić, że kiedyś rosły tu bujne lasy tropikalne oraz żyła bogata i urozmaicona fauna. Mamy jednak na to niezbite dowody w postaci pokładów węgla oraz licznych skamieniałych szczątków zwierząt i roślin.

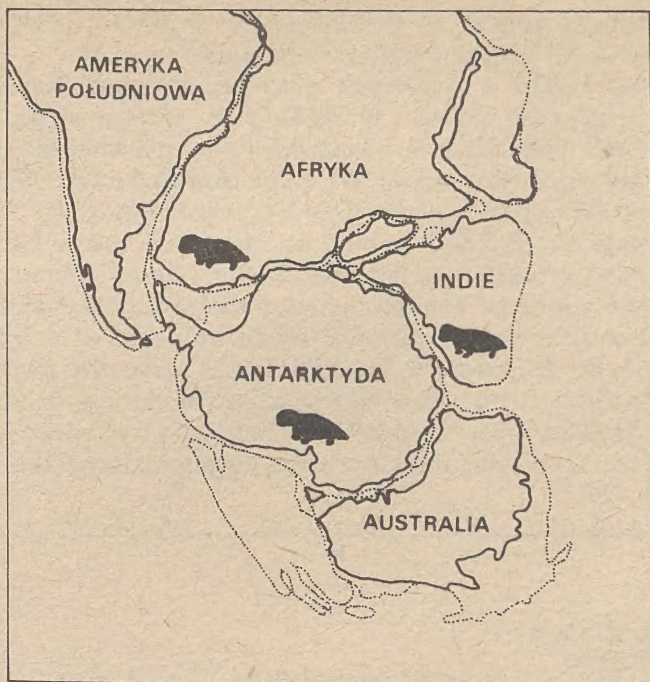
W przeszłości geologicznej Antarktyda, podobnie jak i inne kontynenty, podlegała zmianom klimatycznym i orograficznym. Cały kontynent przemieszczał się zmieniając swe położenie geograficzne, wypiętrzwały się łańcuchy górskie, przyłączały nowe obszary lądowe, a wody oceaniczne zalewały różne części lądu pozostawiając na nich swe osady. Znaleźć w nich można obecnie liczne skamieniałości.

Nic więc dziwnego, że geolodzy i paleontolodzy interesują się Antarktydą od samego początku jej badań. W 1895 r. pierwsi ludzie dotarli do jej wybrzeży, a już w 3 lata później Polacy, Henryk Arctowski i Antoni B. Dobrowolski, biorący udział w bejgijskiej wyprawie naukowej na statku „Belgica”, zebrali w rejonie Antarktydy bogate zbiory geologiczne, wśród których znajdowały się także skamieniałości. W latach 1900—1903 wyprawa szwedzka, kierowana przez O. Nordenskjölda, znalazła na tym kontynencie bardzo interesujące obiekty paleontologiczne. Flora jurajska zebrana przez tę ekspedycję w rejonie zatoki Hope, na północnym krańcu Półwyspu Antarktycznego stanowi do dziś jedną z najpiękniejszych kolekcji paleobotanicznych. Dziesięć lat później, obok ciał tragicznie zmarłych uczestników wyprawy R. Scotta na biegun południowy, znaleziono ich zbiory paleontologiczne, które ciągnęli na saniach do ostatniego momentu swej wędrówki. Zebrana przez nich flora permska z charakterystycznymi paprociami z rodzaju *Glossopteris* uważana jest za największe odkrycie naukowe tej wyprawy. Prawie wszystkie późniejsze ekspedycje na Antarktydę dostarczały nowych materiałów do poznania jej budowy geologicznej i rozwoju życia w minionych epokach.

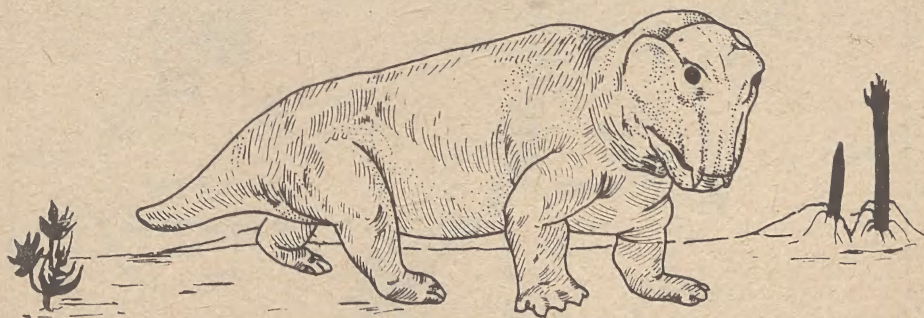
Antarktyda jest dla paleontologów lądem szczególnie interesującym. Z powodu znacznego oddalenia od innych kontynentów i braku możliwości migracji z nich fauny drogą lądową, spodziewać się można znalezienia tam nowych informacji na temat paleobiogeografii i ewolucji, a także poszukiwać paleontologicznych dowodów na istnienie dawnych połączeń kontynentów.

W końcu ubiegłego wieku austriacki geolog i paleontolog E. Suess, opierając się na analogiach w budowie geologicznej różnych kontynentów oraz podobieństwie występującej na nich kopalnej fauny i flory wysunął hipotezę o istnieniu w przeszłości geologicznej wielkiego lądu Gondwany obejmującego dzisiejszą Afrykę Południową, Amerykę Południową, Australię, Antarktydę oraz Półwysep Indyjski. W myśl tej hipotezy kontynenty te połączone były pierwotnie „lądami pomostowymi”, które uległy później zatopieniu. Hipoteza ta nie została jednak powszechnie przyjęta z powodu braku dowodów istnienia zatopionych „lądów pomostowych”. W 1912 r. niemiecki geofizyk A. L. Wegener wysunął teorię „wędrowki kontynentów”, według której pierwotnie istniał jeden wielki ląd Pangea, który później rozpadł się, a jego fragmenty odpowiadające dzisiejszym kontynentom uległy i ulegają nadal powolnym przesunięciom w różnych kierunkach. Teoria ta wywołała wiele kontrowersji, ponieważ w owych latach nie mogła być dostatecznie udowodniona. Dopiero w latach sześćdziesiątych, dzięki postępowi badań geofizycznych, znaleziono nowe dowody i zmodyfikowana teoria Wegenera jest dziś powszechnie akceptowana pod nazwą teorii „dryftu kontynentalnego”. Teoria ta jednak, jeśli jest słuszna, musi znaleźć całkowite potwierdzenie także w paleontologii. Jak wiadomo ewolucja roślin i zwierząt na oddzielnych lądach przebiega odmiennie. Fakt występowania takiej samej flory i fauny na różnych kontynentach w określonej epoce geologicznej dowodzić może ich lądowego połączenia w tym czasie. Dlatego więc tak wielkie znaczenie naukowe miało odkrycie przez wyprawę R. Scotta flory glossopterisowej. Taka sama flora znana jest z osadów lądowych permu - karbonu Afryki Pd., Australii, Brazylii i Indii. Przeciwnicy teorii wędrowki kontynentów uważali jednak, że fakt ten nie jest przekonującym dowodem lądowego połączenia Antarktydy z tymi lądami ponieważ nasiona roślin mogą być przenoszone przez wiatr. Przez długi okres brak było jednak innych dowodów paleontologicznych z Antarktydy. Dopiero w końcu lat sześćdziesiątych ekspedycje amerykańskie odkryły w utworach dolnego triasu Gór Transantarktycznych szkielety bogatego zespołu lądowych kręgowców, a wśród nich płazy *Labyrinthodontia* i gady ssakokształtne *Therapsida* [11, 12]. Bardzo podobny zespół fauny znany był od dawna z triasu Afryki Pd., a częściowo także z Australii, Tasmanii i Indii. Do najważniejszych znalezisk zaliczyć tu należy gady ssakokształtne z rodzaju *Lystrosaurus*. Zwierzęta te w żaden sposób nie mogły przebyć długiej drogi morskiej. Występowanie ich na Antarktydzie jest więc niewątpliwym dowodem na istnienie w dolnym triasie kontynentu Gondwany [rys. 1, 2].

Ostatnio w utworach trzeciorzędu [eocenu] na Wyspie Seymour położonej przy północno-wschodnim krańcu Półwyspu Antarktycznego paleontolodzy amerykańscy M. O. Woodburne i W. J. Zinsmeister [29] odkryli szczątki ssaków, torbaczy należących do rodziny *Polydolopidae*. Przedstawiciele tej rodziny są znani z osadów paleogeńsko-oligocenских z Ameryki Południowej,



Rys. 1. Ląd Gondwany z zaznaczonymi rejonami występowania dolnotriasowej fauny z rodzaju *Lystrosaurus* [22]

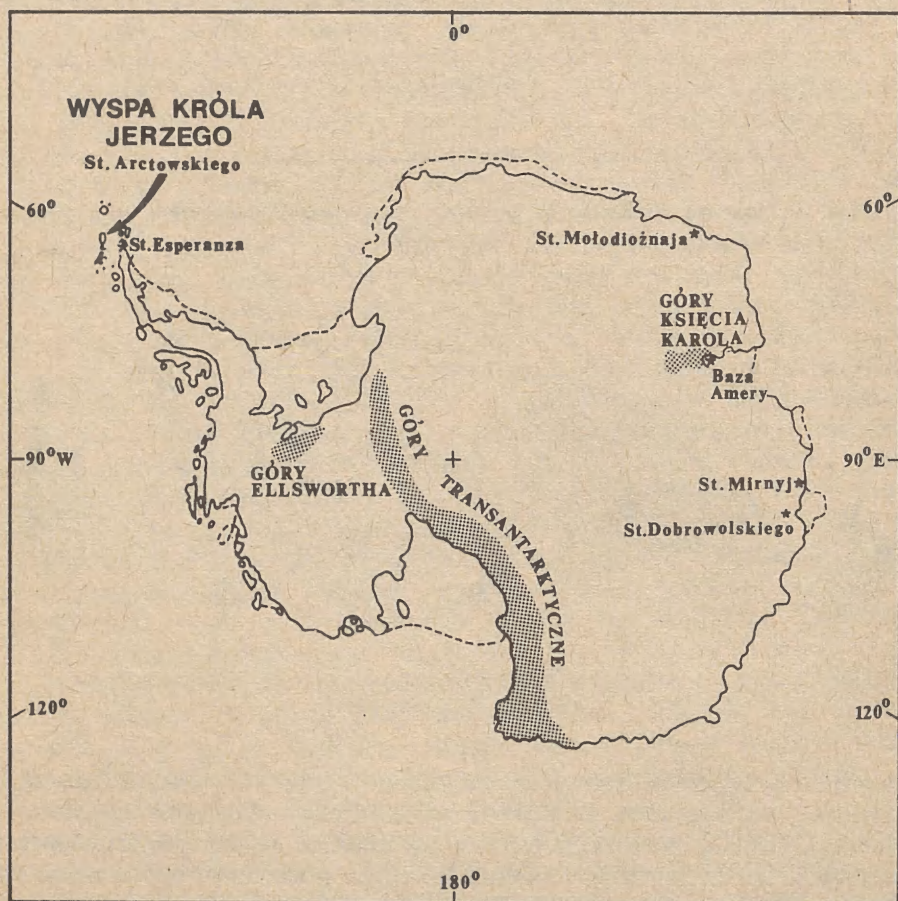


Rys. 2. Rekonstrukcja gada ssakokształtnego z rodzaju *Lystrosaurus* wykonana przez M. M. Colbert [11]

głównie Patagonii. Stwierdzenie ich szczątków w osadach eoceńskich Zachodniej Antarktyki jest dowodem, że ssaki te wywodzą się z gatunków południowo-amerykańskich, które rozprzestrzeniły się poprzez Antarktydę do Australii w okresie kiedy to kontynent australijski ciągle pozostawał połączony z Antarktydą, przed 56 milionami lat [29]. Poza tymi spektakularnymi rezultatami badania paleontologiczne na Antarktydzie dostarczają wiele cennych informacji do poznania ewolucji świata zwierzęcego i roślinnego, a także niezmiernie

ważnych danych dla geologii, umożliwiających określenie wieku względnego skał osadowych i ich biostratygraficzną korelację.

Uczestnictwo Polski w badaniach paleontologicznych Antarktydy rozpoczęło się stosunkowo późno. W 1973/74 r. H. Szaniawski z Zakładu Paleobiologii PAN brał udział w badaniach grupy polskich biologów wchodzących w skład XIX Radzieckiej Wyprawy Antarktycznej. Jego głównym zadaniem była realizacja programu badań biologicznych [20]; udało mu się także uczestniczyć przez kilka tygodni w badaniach radzieckich geologów w Górach Księcia Karola (rys. 3). Nunataki Ruker, Stinear i Dammet, przy których prowadzone były prace, zbudowane są z późnoprokambryjskich, w różnym stopniu zmetamorfizowanych, utworów osadowych oraz skał intruzywnych. Trudno więc było liczyć na znalezienie w nich dobrze zachowanych skamieniałości. W próbach pobranych do badań mikropaleontologicznych znaleziono jednak *Acritarcha* (mikroskamieniałości morskie pochodzenia roślinnego o nieznanym stanowisku systematycznym) potwierdzające późnoprokambryjski wiek badanych utworów [27].



Rys. 3. Schematyczna mapa Antarktydy, na której zaznaczono rejonny działania paleontologów polskich



Rys. 4. Schematyczna mapa lokalizacyjna stanowisk, w których prowadzono badania paleontologiczne na Wyspie Króla Jerzego (King George Island) podczas polskich wypraw antarktycznych PAN w latach 1978—1981

Doświadczenia zdobyte w czasie tej wyprawy pozwoliły na włączenie Zakładu Paleobiologii PAN do programu kompleksowych badań Antarktyki i Arktyki podjętych przez Polską Akademię Nauk w 1976 r. W pierwszym rejsie statku badawczego „Profesor Siedlecki” zorganizowanym w ramach tego programu wziął udział paleontolog, pracownik Zakładu Paleobiologii PAN, J. Dzik; prowadził prace w ramach programu biologicznego, któremu poświęcony był ten rejs, zebrał kolekcje morskich bezkręgowców do paleontologicznych studiów porównawczych oraz fragmenty skał osadowych, zawierające skamieniałości z okresu kredowego, wydobyte włókien z dna morskiego w pobliżu Georgii Południowej.

Szerzej zakrojone badania paleontologiczne rozpoczęły się jednak dopiero po otwarciu, w 1976 r., Polskiej Stacji Naukowej im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego (King George Island), w Archipelagu Szetlandów Południowych, w Zachodniej Antarktyce (rys. 3, 4). Badania te prowadzone były w powiązaniu z innymi badaniami z zakresu nauk o Ziemi pod ogólnym kierownictwem K. Birkenmajera.

Podczas drugiej Wyprawy Antarktycznej PAN zorganizowanej w sezonie letnim 1977/78, K. Birkenmajer, prowadząc badania geologiczne w rejonie Zatoki Admiralicji (Admiralty Bay) na Wyspie Króla Jerzego rozpoznał w trzeciorzędowym kompleksie wulkaniczno-osadowym (eocen - miocen) kilka poziomów zawierających szczątki flory kopalnej, z których przywiózł do kraju kolekcję dobrze zachowanych odcisków liści, gałązek drzew iglastych, paproci oraz skamieniałe drewna i próby do badań palynologicznych [1, 3, 26].

W trzeciej z kolei Polskiej Wyprawie Antarktycznej PAN w sezonie 1978/79 wzięło udział dwóch paleontologów, J. Błaszyk i A. Gaździcki z Zakładu Paleobiologii PAN [2, 10]. Podczas tej wyprawy po raz pierwszy użyto śmigłowców do transportu ludzi, ekwipunku i zbiorów. Zwiększyło to wielokrotnie efektywność prac terenowych i pozwoliło objąć badaniami duży obszar wyspy w ciągu stosunkowo krótkiego czasu, od 6 XII 1978 r. do 25 II 1979 r.

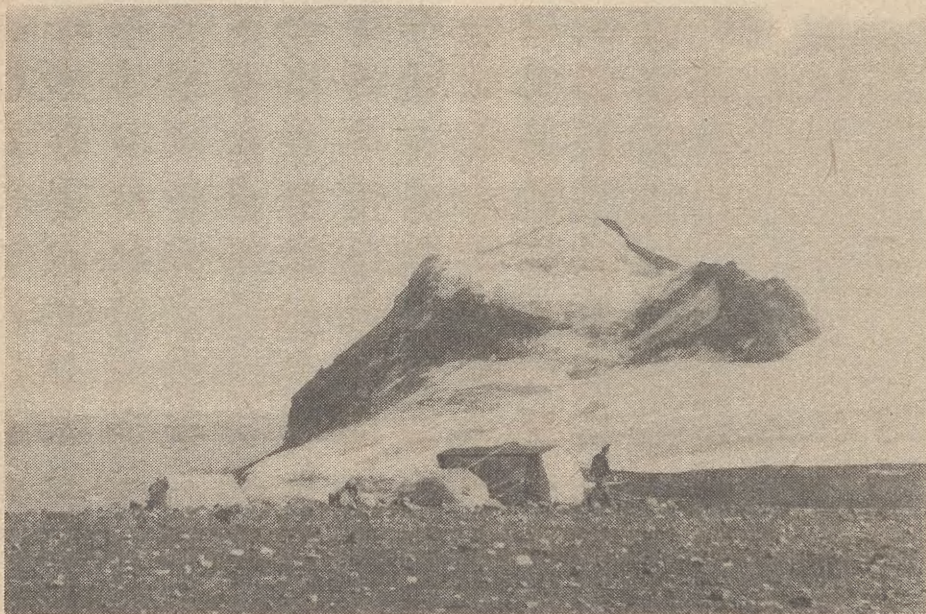
Prace terenowe przeprowadzono w 7 stanowiskach na Wyspie Króla Jerzego oraz w jednym na Półwyspie Antarktycznym (okolice Zatoki Hope) w pobliżu stacji argentyńskiej Esperanza (rys. 3). Na Wyspie Króla Jerzego na Morenie Błaszyka (Błaszyk Moraine) w rejonie Góry Sphinx, w oligoceńskich łupkach pochodzenia lądowego, zebrano duże ilości dobrze zachowanych liści, głównie z rodzaju *Nothofagus*, łodyg skrzypów oraz skamieniałości śladowe. Ważnym osiągnięciem było szczegółowe opracowanie terenowe, jedynych wówczas znanych na wyspie osadów morskich należących do formacji Polonez Cove [4, 10]. Utwory te odsłaniają się w klfie między Low Head a Lions Rump kilkudziesięciometrowej miąższości kompleksem wapnistych zlepieńców, łupków, i piaskowców z liczną fauną morską: małżów (z rodzaju *Chlamys*), mszywiolów, ślimaków, wieloszczetów (z rodzaju *Serpula*, *Spirorbis*). Z osadów tych pobrano także systematyczne próby do badań mikropaleontologicznych. Bogate zbiory skamieniałych roślin (skamieniałe drewna osiągające średnicę 0,6 m i długość 1 m) zgromadzono z odłoneń i piargów w rejonie Półwyspu Kellera (Keller Peninsula), potoku Skamieniały Las (Petrified Forest Creek), Zielonego Potoku (Green Creek) oraz Przylądka Hennequina (Point Hennequin) (rys. 2). Kolekcję odcisków liści kopalnych należących głównie do

rodzajów *Laurelia*, *Tetracera*, *Nothofagus* i *Lomatia* zebrano w okolicach radzieckiej stacji Bellingshausen na półwyspie Fildes (Fildes Peninsula). Na Półwyspie Antarktycznym zebrano z moreny odciski środkowojurajskiej flory, głównie paproci. Ze wszystkich wspomnianych miejsc pobrano również próby do badań palynologicznych, które pomogą określić wiek osadów zawierających skamieniałości. Ponadto przemacerowano i przesiano przez sita w terenie kilkaset kilogramów skał w poszukiwaniu szczątków kręgowców, co jednak nie przyniosło pozytywnych rezultatów.

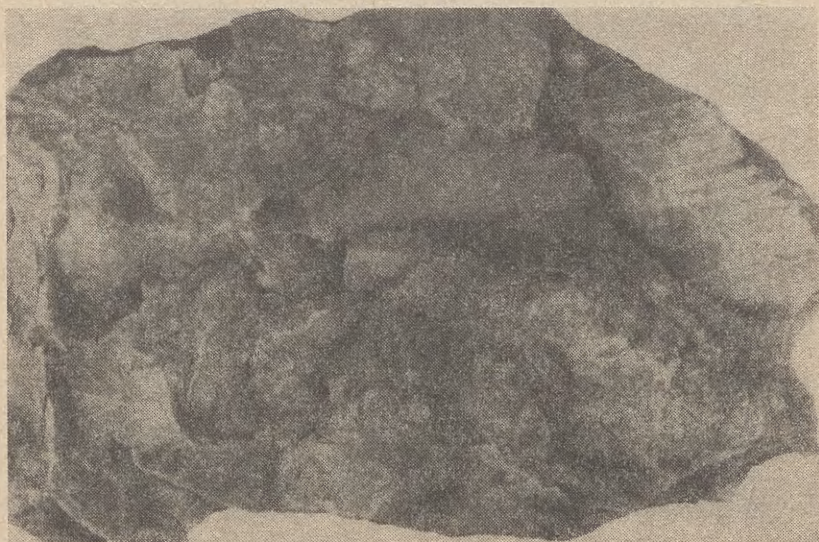
Konieczność obniżenia kosztów następnej, IV Wyprawy Antarktycznej PAN w sezonie 1979/80 uniemożliwiła wzięcie w niej udziału przygotowywanej dwuosobowej grupy paleontologicznej. Jednakże, zespół geologów [A. Paulo, Z. Rubinowski, A. Tokarska i A. K. Tokarski] prowadzący badania w ramach tej wyprawy, odkrył nowe stanowiska flory jurajskiej? i trzeciorzędowej na zachodnim wybrzeżu Zatoki Króla Jerzego w rejonie przylądka Trzech Sióstr [Three Sisters Point] oraz nowe stanowiska osadów plioceńskich z fauną morską. Ponadto zebrano wówczas głązy eratyczne pochodzenia antarktycznego zawierające skamieniałości dolnokambryjskie, głównie kielichy archeocjatorów [23, 24, 28].

W składzie V Wyprawy Antarktycznej PAN ponownie znalazło się dwóch paleontologów [A. Gaździcki i R. Wrona] z Zakładu Paleobiologii PAN [5, 17]. Kontynuowali oni badania rozpoczęte przez III Wyprawę i rozpoczęli prace w ramach nowego 5-letniego cyklu badawczego. Ponowne zastosowanie na dużą skalę śmigłowców do transportu w terenie przyczyniło się do osiągnięcia bardzo dobrych rezultatów naukowych i eksploracyjnych [6].

Najważniejszym obiektem badań paleontologów były kopalne osady morskie (talasoglacjalne), bogate w skamieniałości, które zostały odkryte podczas tej wyprawy na Półwyspie Melville'a (rys. 4, 5). Odsłania się tam ponad 200 m miąższości sekwencja wapnisto-marglistych i piaszczystych osadów z których zebrano próby do analizy mikropaleontologicznej. Próby te zawierają liczne mikroskamieniałości (kokkolity, okrzemki, silikoflagellaty, otwornice) o dużym znaczeniu stratygraficznym. Zebrano również bogate kolekcje kopalnych bezkręgowców. Zawierają one: korale (rys. 8), mszywioly, wieloszczety, ślimaki, małże, łódkonogi, belemnity, małżoraczki i kraby (rys. 7). Ponadto z osadów tych zebrano liczne skamieniałości śladowe, głównie kanały wygrzebane przez kraby oraz koprolity. Interesujące wyniki przyniosły również badania kontynuowane w odsłonięciach morskich osadów plioceńskiej formacji Polonez Cove w rejonie Low Head-Lions Rump. Oprócz zebranych skamieniałości z nowych stanowisk w tym rejonie, na Przylądku Mazurek (Mazurek Point) odkryto kilka poziomów litologicznych zawierających wydrążenia skałotoczków z zachowanymi muszlami małżów, które zostały pogrzebane w pozycji przyżyciowej. Nadal eksploatowano skamieniałą florę z kilku wcześniej znanych stanowisk m.in. na półwyspie Fildes, w okolicy Potter Cove, na wysepce Dufayel, w rejonie grani Cytadela oraz na górze Wawel, gdzie odkryto szczątki prawdopodobnie najmłodszej (?górnomiocenijskiej) flory na Wyspie Króla Jerzego (rys. 6). Z osadów paleoglacjalnych na Półwyspie Melville'a w rejonie Low Head—Lions Rump i Vaureal [7] zebrano dziesiątki kilogramów głązów eratycznych pochodzących z głębi kontynentu



Rys. 5. Obóz terenowy na Półwyspie Melville'a, w głębi kopalny stożek wulkaniczny Melville Peak (549 m n.p.m.). Widoczne gazy eratyczne pochodzące z kontynentu antarktycznego



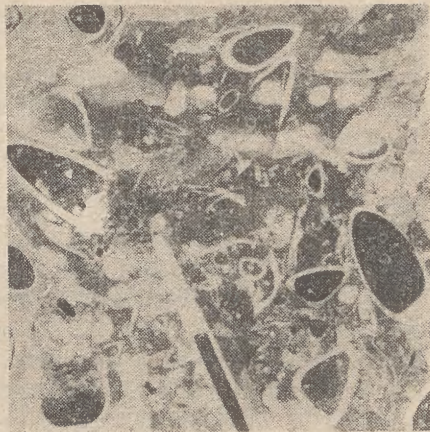
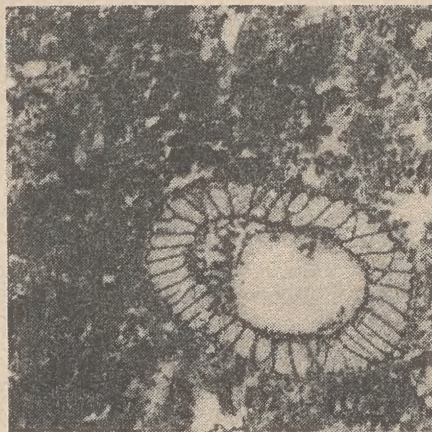
Rys. 6. Fragment tufogenicznego mułowca ?miocenkiego z odciskami liści z góry Wawel



Rys. 7. Fragment skały z utworów formacji Cape Melville z karapaksem kraba z rodziny *Dromiacea* (od strony grzbietowej i brzusznej)



Rys. 8. Korale osobnicze *Flabellum* z osadów formacji Cape Melville. Widok z boku i w przekroju poprzecznym



Rys. 9. Płytki cienkie z glazów eratycznych pochodzących z kontynentu antarktycznego (?Gór Ellswortha). Płytki kambryjskiego wapienia glonowo-archeocytowego oraz wapienia hialitowego

antarktycznego [30]. Glazy te zawierają liczne skamieniałości kambryjskie (rys. 9).

Kolekcje skamieniałości zebrane podczas polskich wypraw antarktycznych zostały przekazane specjalistom w kraju do szczegółowych studiów paleontologicznych. Większość zbiorów opracowywana jest w Zakładzie Paleobiologii PAN, jedynie kolekcje flory kopalnej przekazano do dalszych badań Zakładowi Paleobotaniki IB PAN w Krakowie [31]. Wspólnie z sedimentologami zakończono już opracowanie małżów drążących z plioceńskich osadów talasoglacjalnych formacji Polonez Cove na Wyspie Króla Jerzego [15]. Stwierdzono, że małże te stanowiły naturalny zespół organizmów zachowany w pozycji przyżyciowej, co jest przypadkiem stosunkowo rzadkim i zarazem cennym dla badań paleoekologicznych. Powyższy zespół stanowiły skałotocze z rodzaju *Penitella*, który dotychczas nie był znany z półkuli południowej. Na podstawie analizy sedimentologicznej, tafonomicznej oraz ekologii współczesnych małżów tego rodzaju stwierdzono, że opisany zespół zasiedlał muliste obszary dna płytkiego morza w brzeżnej strefie lodowca szelfowego, w okresach spokojnej sedimentacji, a następnie został raptownie pogrzebany przez spływ gruboklastycznego materiału o genezie glacialnej.

Z konglomeratu pektenowego stanowiącego jedno z ogniw litostratygraficznych formacji Polonez Cove opisano ponad 80 gatunków mszywiolów, małżów i ślimaków [16] oraz ramienionogów [9] i jeżowców [21], a wstępna identyfikacja współwystępujących mikroskamieniałości (kokkolitów, otwornic, i małżoraczków) pozwoliła na określenie plioceńskiego wieku zawierających je osadów [16]. Przeanalizowano również środowisko sedimentacyjne tych utworów stwierdzając, że zlepnieńce muszlowcowe zawierające muszle *Chlamys anderssoni* są utworami powstałymi w wyniku sztormów [14].

Wstępnie opracowano również materiały zebrane z trzeciorzędowych osadów talasoglacjalnych na Półwyspie Melville'a [8, 18, 19] i Nunataku Magdy (Magda Nunatak) [25]. W osadach tych stwierdzono mikroskamieniałości planktoniczne: kokkolity m.in. *Corollithion exiguum*, *C. achylosum*,

Hayesites albiensis, *Prediscosphaera cretacea*, *Tetralithus gothicus*, oraz rodzaje *Vekshinella* i *Zygodiscus* [13, 18, 19] okrzemki z rodzaju *Coscinodiscus* i *Triceratium*, cysty chryzomonad oraz silikoflagellaty (z rodzaju *Distephanus*). Wśród otwornic rozpoznano formy bentoniczne należące do rodzajów: *Cyclammina*, *Pullenia* i *Uvigerina* [8, 18]. Wśród morskich bezkręgowców najliczniejsze są korale osobnicze z rodzaju *Flabellum* [18] oraz mszywioly, małże, ślimaki, małżoraczki, łódkonogi i belemnity opracowywane przez J. Błaszyka, L. Karczewskiego i H. Pugaczewską. Liczne są kraby z rodziny *Dromiacea* a także rozgwiazdy i jeżowce (*Isechinus* i cidaroidy) [8, 18]. Stwierdzono także pojedyncze szkielety i kręgi ryb. Ponadto metodami chemicznymi wypreparowano szczętki wieloszczetów z rodzajów: *Glycera* i *Ophryotrocha* [8, 18]. W opracowaniu znajdują się także materiały pleontologiczne z trzeciorzędowych odsłoneń Filaru Wrony (Wrona Buttress) i Filaru Jenny (Jenny Buttress) (E. Popiel-Barczykowa, G. Biernat i H. Pugaczewska).

Kolekcja paleoglacjalnych kambryjskich głazów narzutowych została wstępnie opracowana pod względem zawartych w nich skamieniałości [30]. Na podstawie analizy płytek cienkich oraz preparacji chemicznej stwierdzono, że głazy te zawierają szczątki glonów, archeocjatów, prymitywnych, bezzawiasowych ramienionogów, jednotarczowców, ślimaków, hjolitów, trylobitów, małżoraczek oraz rozmaitych mikroskamieniałości o nieznanym stanowisku systematycznym (*Anabartitidae*, *Chancelloriidae*). Przeanalizowano również litologiczne podobieństwa głazów eratycznych do kambryjskich skał znanych z odsłoneń na kontynencie antarktycznym, a także pokrewieństwo zespołów faunistycznych kambryjskich głazów narzutowych i innych, znanych wcześniej, zespołów faunistycznych tego okresu. Za pomocą mikroskopu elektronowego wykonano szczegółową analizę morfologiczną sklerytów kambryjskich (interpretowanych jako elementy szkieletu skórno najwcześniejszych kręgowców) oraz stwierdzono ich podobieństwo do sklerytów z Syberii i Spitsbergenu.

Z wyników polskich badań paleontologicznych na szczególną uwagę zasługują opracowania morskich osadów talasoglacjalnych z rejonu Low Head — Lions Rump, a zwłaszcza z Półwyspu Melville'a. Uzyskane tutaj dane biostratygraficzne i paleoekologiczne rzucają nowe światło na trzeciorzędową historię Antarktyki Zachodniej. Mają one znaczenie globalne, a nie tylko regionalne, dostarczają bowiem nowych, ważnych informacji dla rekonstrukcji paleobiogeograficznych południowych rejonów wokółpacyficznych [32, 33]. Pozwalają także określić wiek wielkich kontynentalnych zlodowaceń antarktycznych, które w neogenie swym zasięgiem objęły również Archipelag Szetlandów Południowych [7, 8]. W czasie tych zlodowaceń na Wyspę Króla Jerzego zostały przywleczone przez lodowce i góry lodowe liczne głazy eratyczne, pochodzące ze skał kambryjskich odsłaniających się w głębi kontynentu antarktycznego w Górach Transantarktycznych i w Górach Ellswortha (rys. 3). Analiza składu litologicznego tych głazów i zawartych w nich skamieniałości pozwala wskazać ich obszary źródłowe na kontynencie oraz zasięg i kierunki ruchów lądolodu.

LITERATURA

1. Birkenmajer K. — *Polskie badania geologiczne w Zachodniej Antarktyce (1977—1979)*. Prz. Geol., 1, 1—5, 1979.

2. Birkenmajer K. — *Polskie badania geologiczne w Zachodniej Antarktyce (1978—1979)*. Prz. Geol., 5, 291—297, 1980.
3. Birkenmajer K. — *Tertiary volcanic-sedimentary succession at Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 64, 7—65, 1980.
4. Birkenmajer K. — *Discovery of Pliocene Glaciation on King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. de la Terre, 27, 1—2, 59—67, 1980.
5. Birkenmajer K. — *V Wyprawa Antarktyczna Polskiej Akademii Nauk na Stację im. H. Arctowskiego, 1980—1981*. Nauka Pol., 11—12, 139—147, 1981.
6. Birkenmajer K. — *Report on geological investigations of King George Island and Nelson Island (South Shetland Islands, West Antarctica) in 1980—1981*. Stud. Geol. Pol., 74, 175—197, 1982.
7. Birkenmajer K. — *Pliocene tillite-bearing succession of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 74, 7—72, 1982.
8. Birkenmajer K., Gaździcki A., Wrona R. — *Cretaceous and Tertiary fossils in glacio-marine strata at Cape Melville, Antarctica*. Nature, 303, 56—59, 1983.
9. Bitner M. A., Pisera A. — *Brachiopods from "Pecten conglomerate" (Polonez Cove Formation, Pliocene) of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 79, 1983 (w druku).
10. Błaszyk J., Gaździcki A. — *Badania paleontologiczne na Wyspie Króla Jerzego podczas III Polskiej Wyprawy Antarktycznej Polskiej Akademii Nauk (1978—1979)*. Prz. Geol., 5, 297—301, 1980.
11. Colbert E. H. — *Antarctic Triassic Tetrapods*. [In:] *Antarctic geology and geophysics*, R. J. Adie, Ed., Universitetsforlaget, Oslo, 393—401, 1972.
12. Colbert E. J. — *Wandering Lands and Animals*. New York, E. P. Dutton, 1—323, 1973.
13. Dudziak J. — *Cretaceous calcareous nannoplankton from glaciomarine deposits of the Cape Melville area, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 79, 1983 (w druku).
14. Gaździcki A. — *Pliocene Pecten conglomerate of King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica)*. Fourth Int. Sym. Antarctic Earth Sci., 1982, Adelaide, Abstract.
15. Gaździcki A., Gradziński R., Porębski S. J., Wrona R. — *Pholadid Penitella borings in glaciomarine sediments Pliocene of King George Island, Antarctica*. N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 12, 723—735, 1982.
16. Gaździcki A., Pugaczewska H. — *Biota of the "Pecten conglomerate" Polonez Cove Formation, Pliocene of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 79, 1983 (w druku).
17. Gaździcki A., Wrona R. — *Badania paleontologiczne V Polskiej Wyprawy Antarktycznej Polskiej Akademii Nauk (1980—1981)*. Prz. Geol., 2, 57—61, 1982.
18. Gaździcki A., Wrona R. — *Skamieniałości górnej kredy i trzeciorzędu z osadów talasoglacjalnych na Półwyspie Melville'a, Wyspa Króla Jerzego (Zachodnia Antarktyda)*. Prz. Geol., 8, 399—404, 1982.
19. Gaździcki A., Wrona R. — *Cretaceous marine flora and fauna of King George Island South Shetland Islands, West Antarctica*. Fourth Int. Sym. Antarctic Earth Sci., 1982, Adelaide, Abstract.
20. Jażdżewski K. — *Trzecia antarktyczna wyprawa polskich biologów. 1973/1974*. Kosmos A. 23, 5, 563—568, 1974.
21. Jesioneck-Szymańska W. — *Echinoid remains from "Pecten conglomerate" (Polonez Cove Formation, Pliocene) of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 79, 1983 (w druku).
22. Matthews S. W. — *This changing earth*. National Geographic, 43, 1 1—37, 1973.
23. Morycowa E., Rubinowski Z., Tokarski A. — *Archaeocyathids from a moraine at*

- Three Sisters Point, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 74, 73—80, 1982.
24. Paulo A., Tokarski A. K. — *Geology of the Turret Point — Three Sisters Point area, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 74, 81—103, 1982.
25. Pugaczewska H. — *Tertiary Bivalvia and Scaphopoda from glaciomarine deposits at Magda Nunatak, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 79, 1983 (w druku).
26. Stuchlik L. — *Tertiary pollen spectra from the Ezcurra Inlet group of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Stud. Geol. Pol., 72, 109—132, 1981.
27. Szaniawski H. — *Udział Polski w badaniach geologicznych i biologicznych w Antarktydzie*. Prz. Geol., 4, 193—198, 1975.
28. Tokarski A. K., Paulo A., Rubinowski Z. — *Polskie badania geologiczne w Zachodniej Antarktyce (1979—1980)*. Prz. Geol., 2, 53—57, 1982.
29. Woodburne M. O., Zinsmeister W. J. — *Fossil land mammal from Antarctica*. Science, 218, 284—286, 1982.
30. Wrona R. — *Cambrian fossils from the paleoglacial deposits of King George Island, South Shetland Islands (West Antarctica)*. Fourth Inter. Sym. Antarctic Earth Sci., 1982. Adelaide.
31. Zastawniak E. — *Tertiary leaf flora from the Point Hennequin Group of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica)*. Preliminary report. Stud. Geol. Pol., 72, 97—108, 1981.
32. Zinsmeister W. J. — *Biogeographic significance of the Late Mesozoic and Early Tertiary molluscan faunas of Seymour Island Antarctic Peninsula to the final breakup of Gondwanaland*. [In:] *Historical Biogeography, Plate Tectonics, and the Changing Environment*, J. Gray and A. J. Boucot, Eds. Oregon State Univ. Press. 349—355, 1979.
33. Zinsmeister W. J. — *Late Cretaceous-Early Tertiary molluscan biogeography of the southern circum-Pacific*. Jour. Paleont., 56, 84—102, 1982.

ALEKSANDER GUTERCH

Instytut Geofizyki PAN

I GEOFIZYCZNA EKSPEDYCJA POLSKIEJ AKADEMII NAUK DO ANTARKTYKI ZACHODNIEJ 1979/80

INFORMACJE OGÓLNE

I Polska Ekspedycja Geofizyczna, która działała w Antarktyce Zachodniej latem 1979/80 została zorganizowana przez Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, przy współpracy z Przedsiębiorstwem Geofizyki Morskiej i Lądowej w Toruniu i Służbą Hydrograficzną Marynarki Wojennej. Ekspedycję finansowała Polska Akademia Nauk, podobnie jak i wszystkie poprzednie Polskie Ekspedycje Antarktyczne.

Ekspedycja opuściła Polskę 1 XII 1979 r. na pokładzie okrętu badawczego ORP „Kopernik”, a 31 XII dotarła do Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego w Archipelagu Szetlandów Południowych w Antarktyce Zachodniej. Od 2 I do 27 II 1980 r. przeprowadzono prace geofizyczne na wybranym obszarze Antarktyki Zachodniej, zgodnie z programem badań wcześniej zgłoszonym w SCAR. Po zakończeniu badań ekspedycja powróciła do Polski w kwietniu 1980 roku.

ORP „Kopernik” jest specjalistycznym okrętem geofizycznym wyposażonym w aparaturę magnetyczną i sejsmiczną do badań struktury skorupy ziemskiej na morzach i szelfach z użyciem bezdynamitowych i dynamitowych źródeł energii fal sejsmicznych. W Ekspedycji brało udział 24 pracowników naukowych i technicznych oraz załoga okrętu. Ponadto w Ekspedycji uczestniczyło dwóch geofizyków argentyńskich z Instytutu Antarktycznego w Buenos Aires, których przyjęto na pokład ORP „Kopernik” ze stacji Esperanza na Półwyspie Antarktycznym.

OBSZAR BADAŃ

Na rysunku 1 przedstawiono obszar objęty działalnością I Geofizycznej Ekspedycji Polskiej Akademii Nauk do Antarktyki Zachodniej 1979/80. Geofizyczne prace pomiarowe, przeprowadzone różnymi metodami, wykonane zostały wzdłuż profili o łącznej długości kilku tysięcy kilometrów, na obszarze zawartym między 61° i 65° szer. geogr. S oraz 56° i 66° dług. geogr. W. Badaniami objęto Szetlandy Południowe, Półwysp Antarktyczny, Cieśninę Bransfielda, Cieśninę Drake’a, Archipelag Palmera, Cieśninę Gerlache’a

i Ciśninę Bismarcka z wyjściem na Południowy Pacyfik. Powierzchnia badanego obszaru, na którym wykonano geofizyczne prace pomiarowe, wynosi około 100 tys km².

CEL BADAN

Celem ekspedycji było wykonanie badań głębokiej struktury skorupy ziemskiej i dolnej listosfery kilkoma metodami geofizycznymi, w ramach ogólnego programu badań geodynamicznych Antarktyki Zachodniej. Szczególną uwagę zwrócono na strefy aktywne tektonicznie oraz strefy kontaktu bloków skorupy ziemskiej i płyt litosferycznych. Rezultatem wykonanych badań będzie określenie geodynamicznego modelu dla tej części Antarktyki Zachodniej w nawiązaniu do poprzednio wykonanych już badań geofizycznych i geologicznych.

GEOFIZYCZNE WYPOSAŻENIE I APARATURA

1. Okręt badawczy ORP „Kopernik”, 1600 BRT
2. Aparatura sejsmiczna DFS-IV oraz system air-gun zainstalowane na ORP „Kopernik”
3. 4-kanałowe refrakcyjne aparaty sejsmiczne do rejestracji na lądzie
4. Sejsmografy
5. System refrakcyjny sonobuoys
6. Magnetometr morski
7. System radiowy do sygnałów czasu

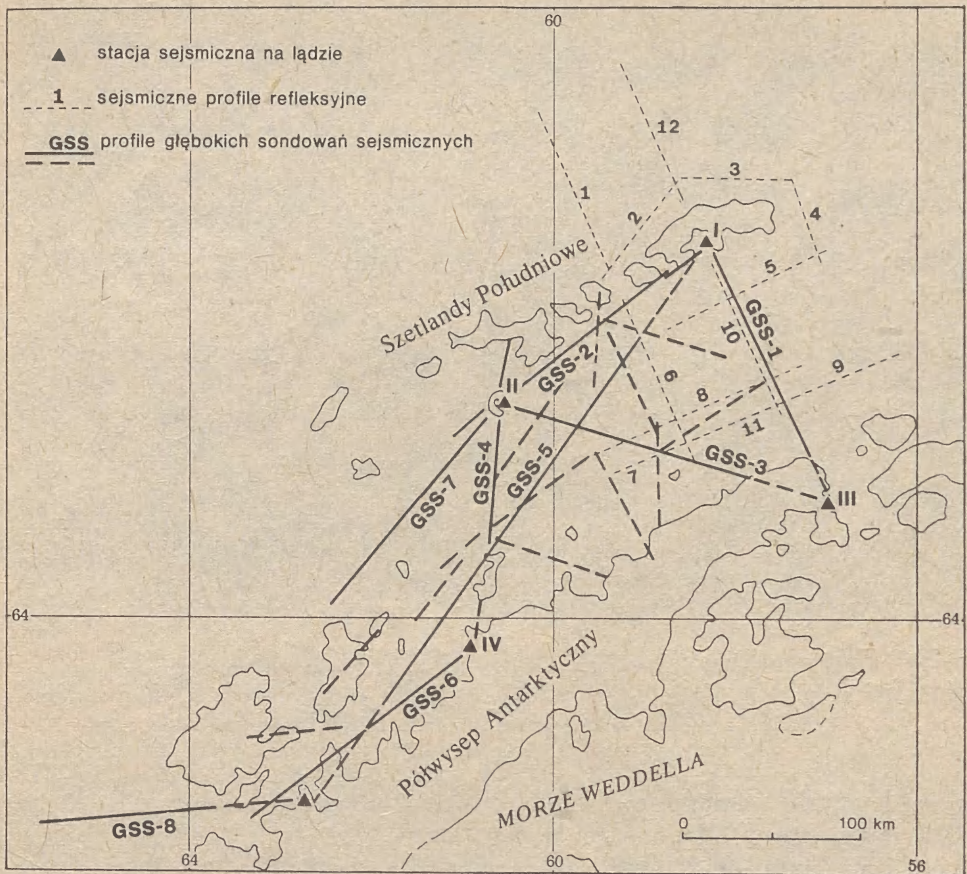
METODY BADAN

Prace pomiarowe zostały wykonane następującymi metodami:

1. Refleksyjne profilowanie sejsmiczne na szelfach
2. Refrakcyjne profilowanie sejsmiczne na szelfach
3. Głębokie sondowania sejsmiczne skorupy i dolnej litosfery (sejsmologia eksplozyjna)
4. Profilowanie magnetyczne na szelfach.

WYNIKI EKSPEDYCJI

Schemat profili, wzdłuż których przeprowadzono głębokie sondowania sejsmiczne skorupy ziemskiej przedstawia rysunek 1. Są to profile, wzdłuż których wykonano prace strzałowe i wzdłuż których będzie określona głęboka struktura skorupy ziemskiej. Odległości między punktami strzałowymi wynosiły około 5 km. Rejestracje na lądzie wykonano w punktach wskazanych na rysunku 1 za pomocą 4-kanałowych refrakcyjnych aparatów sejsmicznych. Ogółem odpalono 150 strzałów w morzu na głębokości 70–80 m z dala od brzegów. Wielkości ładunków nie przekraczały 50 kg dynamitu. Otrzymano około 500 bardzo dobrych rejestracji sejsmicznych wykonanych w odległości



Rys. 1. Lokalizacja sejsmicznych profili refrakcyjnych i refleksyjnych

od kilku do około 240 km od punktów strzałowych. Maksymalne odległości punktów strzałowych z których otrzymano poprawne rejestracje na lądzie wynosiły 240—280 km.

Głębokie sondowania sejsmiczne wykonano wzdłuż profili o łącznej długości około 2200 km. Przykłady rejestracji sejsmicznych przedstawiono na rysunku 2.

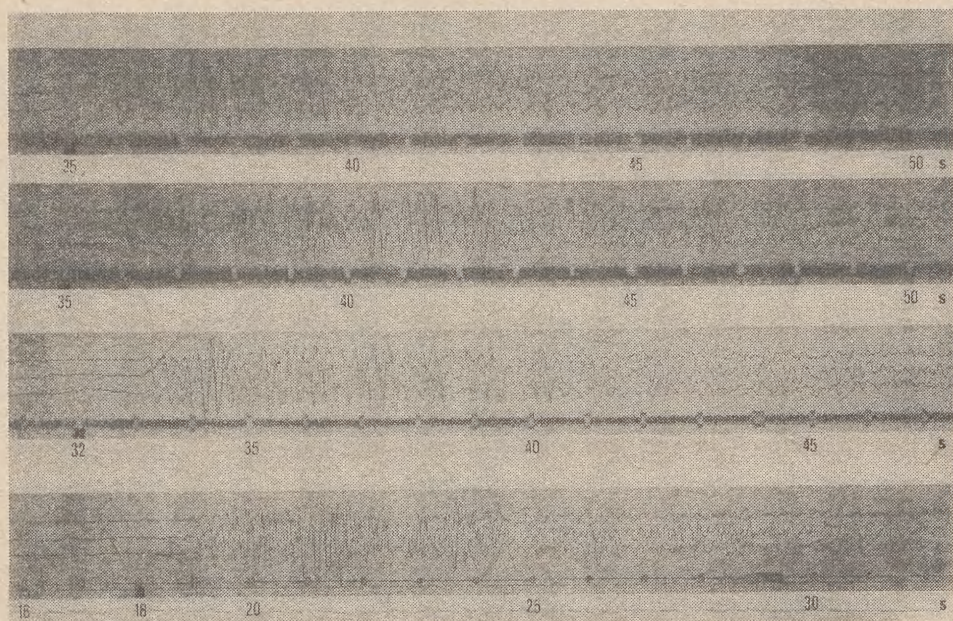
Zostały zarejestrowane liczne grupy fal sejsmicznych związanych z granicami sejsmicznymi w skorupie ziemskiej oraz z przypowierzchniową częścią górnego płaszcza Ziemi, wchodzącą w skład dolnej litosfery. Podstawą interpretacji są następujące grupy regularnych fal sejsmicznych:

a) fale refrakcyjne od nieciągłości sejsmicznych w seriach osadowych (rejestrowane tylko fragmentarycznie),

b) fale refrakcyjne od podłoża krystalicznego z prędkościami granicznymi 6,0—6,4 km/s w różnych blokach skorupy ziemskiej,

c) fale refrakcyjne i odbite od nieciągłości w górnej części skorupy ziemskiej,

d) fale refrakcyjne i odbite od nieciągłości interpretowanej jako górna



Rys. 2. Przykłady rejestracji z profili głębokich sondowań sejsmicznych
Przykłady rejestracji fal załamanych i odbitych od granic sejsmicznych w skorupie ziemskiej na różnych głębokościach w przedziale od kilku do kilkudziesięciu kilometrów

granica strefy przejściowej między skorupą i górnym płaszczem Ziemi (7,3—7,5 km/s), w obszarze ich występowania,

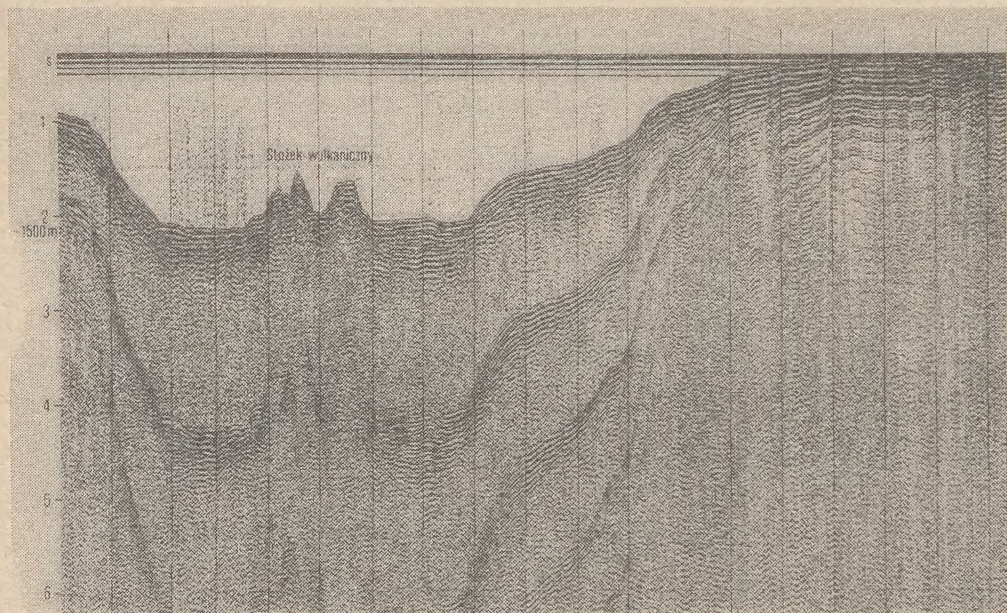
e) fale refrakcyjne i odbite od nieciągłości Moho,

f) fale odbite od nieciągłości występujących w dolnej litosferze bezpośrednio pod nieciągłością Moho.

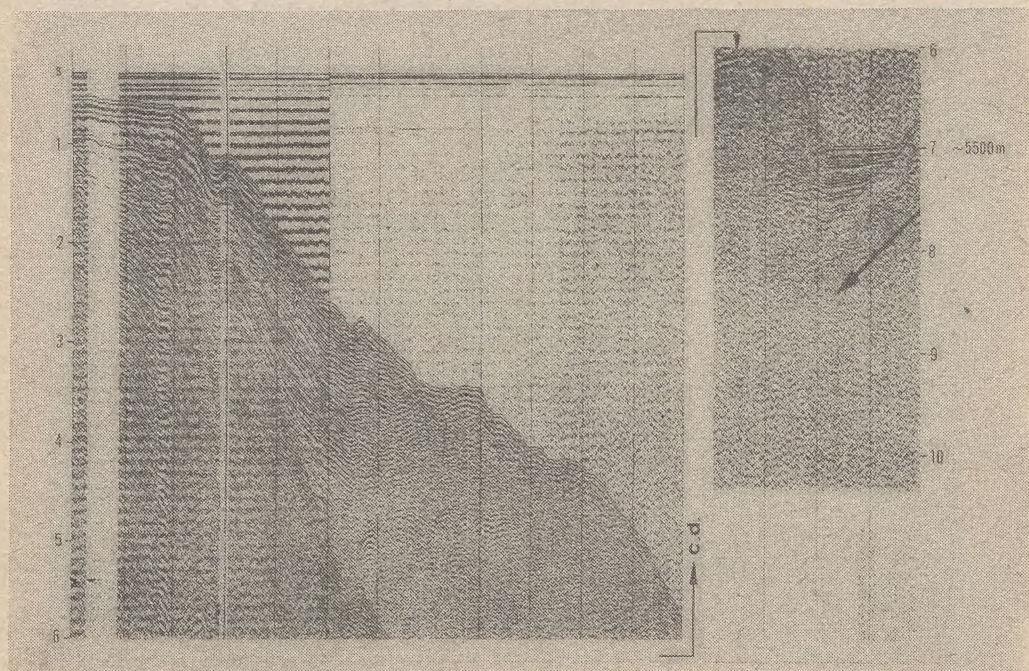
Otrzymany geofizyczny materiał pomiarowy pozwala na określenie struktury skorupy ziemskiej i dolnej litosfery badanego obszaru do głębokości około 50 km. Udokumentowane zostały wielkie dyslokacje tektoniczne w rejonie Cieśniny Bransfielda. Szczególnie interesujące rejestracje sejsmiczne otrzymano na profilu głębokich sondowań sejsmicznych w Cieśninie Gerlacha. Na kilku profilach, oprócz fal *P*, zarejestrowane zostały bardzo intensywne fale *S*. W wielu przypadkach stwierdzono istnienie niezwykle złożonej struktury strefy przejściowej między skorupą i dolną litosferą, którą ilustruje skomplikowany obraz pola fal odbitych od strefy nieciągłości Moho. Opracowano modele tej strefy dla różnych bloków skorupy ziemskiej.

Dokładna analiza sejsmicznego pola falowego upoważnia do stwierdzenia, że struktura skorupy ziemskiej badanej części Antarktyki Zachodniej jest bardzo skomplikowana. Liczne głębokie rozłamy dzielą skorupę na bloki o zupełnie odmiennych własnościach fizycznych.

Refleksyjne prace sejsmiczne na morzu skoncentrowano głównie na szelfie Półwyspu Antarktycznego w osiowej części Cieśniny Bransfielda oraz na szelfie Wysp Szetlanckich od strony Cieśniny Drake'a. Na rysunku 1 przedstawiono również lokalizację profili refleksyjnych. Ogółem refleksyjne



Rys. 3. Refleksyjny profil sejsmiczny w poprzek Cieśniny Bransfielda (GUN-6, por. rys. 1) Widoczny jest zarys Cieśniny Bransfielda ze stożkiem wulkanicznym na dnie oraz refleksyjne granice sejsmiczne w skorupie ziemskiej. Skala pionowa podaje czas odbicia fal sejsmicznych (w sekundach) od dna oraz od granic sejsmicznych



Rys. 4. Refleksyjny profil sejsmiczny w rejonie Cieśniny Drake'a (GUN-12, por. rys. 1) Widoczny jest skłon kontynentalny Szetlandów Południowych od strony Cieśniny Drake'a. Strzałką zaznaczono kontakt skorupy kontynentalnej ze skorupą oceaniczną w rowie oceanicznym na głębokości ok. 5 500 m. Skala pionowa w sekundach

badania sejsmiczne wykonano wzdłuż profili o długości około 1100 km. Przykłady otrzymanych sekcji refleksyjnych przedstawiono na rysunkach 3 i 4. Szczególnie interesujące są sekcje refleksyjne z rejonu osiowej części Cieśniny Bransfielda będącej prawdopodobnie młodym systemem ryftowym. Bardzo interesujące są również sekcje refleksyjne z profili przecinających szelf Szetlandów i rów oceaniczny o głębokości około 5500 m w Cieśninie Drake'a (rys. 4).

Zrealizowano również obszerny program badań magnetycznych wzdłuż profili o długości około 2 tys. km. Szczególnie interesujące rezultaty są spodziewane z profili wzdłuż których wykonano zarówno głębokie sondowania sejsmiczne, jak i płytkie sondowania refrakcyjne, refleksyjne pomiary sejsmiczne oraz pomiary magnetyczne.

W nawiązaniu do wyników badań Geofizycznych Ekspedycji Brytyjskich z lat 1963/64, 64/65 i 65/66, które działały częściowo także w tym rejonie (Cieśnina Bransfielda), Ekspedycja Polskiej Akademii Nauk zwróciła uwagę na dwa aspekty szczególnie ważne dla geodynamiki tego obszaru. Pierwszym z nich jest dokładne określenie głębokiej struktury skorupy ziemskiej i dolnej litosfery, które jest możliwe tylko na podstawie dostatecznie długich gałęzi hadografów (250—300 km). Dane te pozwalają również na wykrycie i udokumentowanie głębokich dyslokacji sięgających do dolnej litosfery. Drugim ważnym aspektem podjętym przez polską ekspedycję było refleksyjne zdjęcie sejsmiczne rowu Bransfielda, rowu oceanicznego w Cieśninie Drake'a oraz obszarów szelfowych. Natomiast mniejsze znaczenie wiązano z płytkimi sondowaniami refrakcyjnymi, prowadzonymi w Cieśninie Bransfielda przez Ekspedycje Brytyjskie z lat 1963—1966*.

Wykonane prace stwarzają możliwość pełnego i poprawnego określenia fizycznego modelu procesów geodynamicznych zachodzących w tym bardzo istotnym rejonie Antarktyki, na styku wielkich płyt litosferycznych. Całość bardzo obszernych materiałów pomiarowych znajduje się w końcowym stadium opracowania.

* W. A. Ashoroft, Crustal Structure of the South Shetland Islands and Bransfield Strait. Br. Antarct. Surv. Sci., Rep., 66, 43.

SEWERYN M. ZALEWSKI

Zakład Badań Polarnych i Morskich
Instytut Geofizyki PAN
Warszawa

POLSKIE BADANIA GEOFIZYCZNE W ANTARKTYCE

Artykuł ten prezentuje zakres, przebieg i dorobek polskich badań geofizycznych w Antarktyce poczynając od Pierwszej Polskiej Wyprawy na Antarktydę PAN 1958—1959 poprzez udział Polaków w ekspedycjach radzieckich, aż do stałych badań i obserwacji geofizycznych prowadzonych na polskiej stacji antarktycznej im. H. Arctowskiego. Prace w innych dyscyplinach, a w szczególności geofizyka morska są przedmiotem innych opracowań [11].

BADANIA NA ANTARKTYDZIE W OKRESIE MIĘDZYNARODOWEGO ROKU GEOFIZYCZNEGO 1957—1958

Zrealizowany program badań Pierwszej Polskiej Wyprawy Antarktycznej PAN 1958—1959 obejmował kilka dyscyplin geofizyki i geologię. Jego zakres



Rys. 1. Główne zabudowania Stacji im. A. B. Dobrowolskiego w Oazie Bungera na Antarktydzie

wynikał z naszych ówczesnych możliwości aparaturowych i krótkiego okresu pobytu wyprawy w Stacji im. A. B. Dobrowolskiego (rys. 1) w Oazie Bungere w czasie antarktycznego lata [15, 30, 31].

GRAWIMETRIA

Celem badań grawimetrycznych jest dokładne wyznaczenie przyspieszenia siły ciężkości g , masy m , na którą w polu grawitacyjnym Ziemi działa siła ciężkości $Q = mg$.

Ponieważ planeta nasza nie jest ciałem ciekłym, ani jej skorupa nie ma budowy jednorodnej, dlatego Ziemia nie ma kształtu elipsoidy obrotowej i siła ciężkości na niej zależy nie tylko od szerokości geograficznej.

Przyspieszenie normalne γ odnosi się do elipsoidy obrotowej najbardziej zbliżonej do elipsoidy ziemskiej. Natomiast przyspieszenie siły ciężkości na powierzchni Ziemi i zredukowane do poziomu morza różni się od przyspieszenia normalnego. Z różnicy tych dwóch przyspieszeń otrzymujemy wartość anomalii grawimetrycznych. Anomalie dają nam obraz rozkładu mas we wnętrzu Ziemi oraz są podstawą powstania teorii o jej budowie i mają również zastosowanie w geofizyce prospekcyjnej.

Celem uzyskania jak największej dokładności potrzebna jest duża ilość punktów grawimetrycznych na całej kuli ziemskiej. Do czasu rozpoczęcia badań w MRG nauka nie posiadała żadnych danych z Antarktydy. Z tego powodu dyscyplina ta była szczególnie zalecana w tym obszarze i została włączona do naszego programu naukowego. Do chwili obecnej poza Polską, problemem tym na Antarktydzie zajmuje się wyprawa amerykańska oraz podjęli kroki w tym kierunku naukowcy Związku Radzieckiego i Francji.

W przypadku naszych badań, pomiar na Stacji im. A. B. Dobrowolskiego opierał się na punkcie grawimetrycznym w Politechnice Warszawskiej, gdzie wartość g w układzie poczdamskim jest precyzyjnie wyznaczona. W pracach tych posługiwano się aparaturą czterowahadłową firmy „Askania” oraz specjalnie skonstruowaną cewką Helmholtza, otaczającą statyw z wahadłami, która eliminuje wpływ linii sił pola magnetycznego ziemskiego.

Podstawą dobrego pomiaru jest możliwość odebrania i posługiwania się odpowiednią ilością sygnałów czasu Międzynarodowej Służby Czasu. W czasie wykonywania pomiarów przez naszą wyprawę na Antarktydzie trwała bez przerwy silna burza magnetyczna, która powodowała zakłócenia w odbiorze radiowym. Pomimo to udało się odebrać potrzebną ilość sygnałów z radiostacji Pantoise, Rugby i Moskwy, co było szczególnie korzystne, ponieważ tymi samymi sygnałami posługiwano się przy wyznaczeniu T_1 w Warszawie, co ma wpływ na dokładność pomiaru. Szczegółowe obliczenia i redukcje były przeprowadzone po powrocie wyprawy z Antarktydy. W wyniku tego obliczono przyspieszenie siły ciężkości na wyznaczonym punkcie w Stacji im. A. B. Dobrowolskiego na Antarktydzie w odniesieniu do systemu poczdamskiego

$$g_{\text{Ant}} = 982\,438,4 \text{ mgal} \pm 0,4 \text{ mgal}$$

Nowo wyznaczony punkt grawimetryczny na stacji polskiej w Oazie Bungere stanowi do dzisiaj jeden z głównych punktów sieci grawimetrycznej

Antarktydy, ze względu na dużą dokładność uzyskanych wyników oraz stabilne osadzenie na skale [35].

Współrzędne punktu wynoszą: $\varphi = 66^{\circ}16,3\text{ S}$, $\lambda = 100^{\circ}45,0\text{ E}$, $h = 35,4\text{ m n.p.m.}$

BADANIA ZAWARTOŚCI DWUTLENKU WĘGLA W WOLNEJ ATMOSFERZE

Problem ciągle zwiększającej się zawartości CO_2 w atmosferze nabiera w ostatnich 10-leciach i w perspektywie przyszłości szczególnego znaczenia dla rozwoju życia na Ziemi oraz dla wzrostu średniej temperatury powietrza i wszystkich procesów w przyrodzie z tym związanych.

Szybki przyrost CO_2 w atmosferze jest spowodowany głównie spalaniem węgla i produktów ropy naftowej przez przemysł oraz bezpośrednio przez mieszkańców Ziemi.

Drugim czynnikiem wpływającym na zawartość CO_2 w atmosferze jest jego asymilacja przez rośliny.

Bardzo istotnym zagadnieniem jest zależność pomiędzy stałym ociepleniem klimatu a wzrostem ilości CO_2 w atmosferze.

CO_2 zatrzymuje promieniowanie podczerwone i ogrzewa się, a następnie nocą oddaje tak otrzymane ciepło atmosferze. Widać z tego, że dwutlenek węgla spełnia rolę termostatu i im więcej będzie CO_2 w atmosferze, tym mniejsze będą wahania temperatury między dniem i nocą i tym wyższe średnie temperatury powietrza.

Ważnym zagadnieniem jest różna zawartość CO_2 w różnych masach powietrza i pewne możliwości synoptyczne z tego wynikające. Fronty atmosferyczne w zależności od ich genezy morskiej lub lądowej mają charakterystyczne dla siebie ilości CO_2 .

Wymienione tu problemy związane z zawartością CO_2 w wolnej atmosferze nie są do dzisiaj szczegółowo zbadane, a liczba stacji prowadzących te badania i obserwacje poza Skandynawią jest mała. W tej sytuacji Polska Komisja MRG uznała za celowe prowadzenie takich badań w Antarktyce.

Aparatura do oznaczania CO_2 w powietrzu używana przez wyprawę, opierała się na chemicznej metodzie Krogha i Brandta (1929) zmodyfikowanej przez Fonseliusa, Koroleffa i Bucha (1955). Metoda ta polega na przepuszczeniu określonej objętości powietrza atmosferycznego przez oznaczoną ilość mianowanego roztworu wodorotlenku baru, a następnie odmierzonej ilości niez użytogo wodorotlenku baru za pomocą mianowanego roztworu kwasu solnego w obecności fenoloftaleiny jako wskaźnika.

Pomiary dokonane na Stacji im. A. B. Dobrowolskiego w styczniu 1959 r. wykazały duże odchylenia od przeciętnie spotykanych w świecie, które wahają się w granicach od 0,03 do 0,038% CO_2 [29].

Zawartość dwutlenku węgla w wolnej atmosferze w Oazie Bungera wynosiła według naszych pomiarów od 0,0500 do 0,0599% [31]. Wskazuje to na powolność procesów wymiany CO_2 pomiędzy morzem a atmosferą i jest związane z minimalnym poziomem asymilacji węgla z CO_2 przez rośliny.

W 1966 r. kontynuowano pomiary rozpoczęte w 1959 r. w Oazie

Bungera. Literatura i wiedza o tym przedmiocie znacznie się rozszerzyła od tamtej pory. Wzrost średniej temperatury powietrza Ziemi jest faktem. Jedynym wyjaśnieniem tego zjawiska może być przyrost CO_2 w wolnej atmosferze [31].

Obserwacje prowadzone na Antarktydzie miały za zadanie stwierdzić, czy przyrost CO_2 w atmosferze Ziemi, podawany przez różnych autorów, jest rzeczywisty i, czy wyniki świadczące o tym przyroście w Europie nie były spowodowane takimi zakłóceniami, jak: koncentracja przemysłu, duże skupiska miejskie, pożary lasów itp. Przeprowadzenie tego rodzaju badań na Antarktydzie daje najbardziej obiektywne wyniki, ponieważ atmosfera obszaru antarktycznego nie jest bezpośrednio zanieczyszczona przez działalność człowieka. Występujące zjawisko mieszania się mas powietrza polarnego ze strefą umiarkowaną odbywa się na tak wielkich obszarach i w tak wystarczająco długim czasie, że nie ma możliwości obserwowania chwilowych pojedynczych zanieczyszczeń, a zawsze określamy średnią zawartość CO_2 w wolnej atmosferze. Świadczą o tym wyniki otrzymane przez naszą wyprawę na Antarktydzie, gdzie ilość CO_2 w wolnej atmosferze zmieniała się jedynie w zależności od pogody, przy czym zmiany te zamykały się w bardzo małym przedziale.

Analiza wyników naszych obserwacji wykazała, że podawany w literaturze przyrost CO_2 jest zgodny z rzeczywistością i wynosi na podstawie naszych badań ok. 10% [33].

Bardzo istotnym zjawiskiem w prowadzonych przez nas określeniach zawartości CO_2 w atmosferze jest zaobserwowana zmiana koncentracji tego gazu w różnych masach powietrza. W naszych badaniach na Antarktydzie zjawisko to było również zaobserwowane, przy czym największe zmiany zanotowano w czasie przejścia frontu powietrza polarnomorskiego [33].

MAGNETYZM

W programie Międzynarodowego Roku Geofizycznego zwrócono szczególną uwagę na badania ziemskiego pola magnetycznego. Skierowano przede wszystkim cały wysiłek organizacyjny i naukowy na strefy dookoła biegunów, gdzie liczba stacji prowadzących stałe obserwacje magnetyczne jest najmniejsza w porównaniu z innymi obszarami Ziemi. Jednocześnie są to miejsca najbardziej istotne dla wyjaśnienia i zbadania wielu zjawisk, takich jak na przykład zaburzenia magnetyczne i jednocześnie występowanie zórz polarnych, badania aktywności magnetycznej i słonecznej oraz jonosfery, które to zjawiska ściśle się ze sobą wiążą. Rejestracja zmian wiekowych, deklinacji i inklinacji wymaga wieloletnich stałych obserwacji i dużego materiału historycznego z wielolecia. Istotnym również zadaniem wszystkich stacji magnetycznych, tych które istniały przed MRG i tych, które powstały w czasie jego trwania, było zgromadzenie obserwacji, które być może, w niedalekiej przyszłości przyczynią się do powstania kompletnej teorii magnetyzmu ziemskiego, gdyż jak dotąd istnieje tylko wiele hipotez. W badaniach tych szczególną rolę przypisuje się stacjom pracującym w pobliżu biegunów magnetycznych Ziemi, w Arktyce i na Antarktydzie.

Nasze pomiary magnetyczne w Oazie Bungera na Stacji im. A. B. Dobro-

wolskiego były kontynuacją programu radzieckiego, który wchodził w skład międzynarodowych badań na Antarktydzie.

Wariograf polowy, przywieziony przez wyprawę, ustawiony został w namiocie obok słupa, na którym pracowała poprzednio stacja rejestracyjna typu Brinelli. Rejestracja deklinacji magnetycznej uruchomiona 24 I 1959 r. pracowała do 28 I [15]. Wyznaczenia absolutne rozpoczęto od wyznaczenia azymutu astronomicznego obranego punktu pomiarowego w terenie, w pobliżu pawilonu magnetycznego, za pomocą instrumentu firmy „Askania”. Azymut astronomiczny miry wyznaczony został w 6 seriach metodą obserwacji kąta godzinnego Słońca [15].

JONOSFERA

W ostatnich latach prowadzi się intensywne badania zewnętrznej jonosfery, czyli tzw. egzosfery, rozciągającej się powyżej warstwy F_2 na wysokości od około 1000 km do kilku promieni ziemskich. Do badań tych stosuje się specjalne rakiety i sztuczne satelity zaopatrzone w aparaturę radiową i pomiarową. Są to jednak przedsięwzięcia bardzo kosztowne i na razie niedostępne dla małych państw.

Dlatego przy układaniu polskiego programu naukowego wybrano takie problemy jonosfery, które można badać na Ziemi przy użyciu aparatury dostępnej w naszych warunkach. Strefa objęta naszym programem obejmowała Polskę, Arktykę, Wietnam i już pod koniec MRG powstały dla nas nowe możliwości badań na Antarktydzie [22].

Bliskie sąsiedztwo bieguna magnetycznego i częste występowanie zórz polarnych na Antarktydzie stwarzają korzystne warunki do badań nad wpływem tych zjawisk na rozchodzenie się fal radiowych w jonosferze. Szczególną uwagę zwrócono na zjawisko występowania różnego rodzaju ech [21].

Na Stacji im. A. B. Dobrowolskiego prowadzona była służba czasu z rejestracją fotograficzną radiowych sygnałów czasu z dokładnością do 0,01 s. Wśród zarejestrowanych ech tych sygnałów były nie tylko typowe echa dookólne o czasie obiegu Ziemi ok. 0,14 s ale również echa o długości 0,1 s, 0,2 i 0,4 s. Przy nasłuchu radiowym sygnałów czasu w stacji im. A. B. Dobrowolskiego odbierano na falach krótkich radiostację Pontoise TQC 10,78 MHz ($\lambda \approx 27,8$ m) oraz na falach długich stację Rugby GBR 16 kHz ($\lambda \approx 18\,750$ nm) i stację Moskwa ROR 17 kHz ($\lambda \approx 17\,647$ m).

Zarejestrowane sygnały w wielu przypadkach miały charakter narastający, co wskazuje na występowanie w jonosferze procesów wzmacniania.

Dużą przeszkodą w prowadzeniu badań jonosferycznych na Antarktydzie jest częste występowanie tam burz magnetycznych i jonosferycznych, które poważnie zakłócają, a nawet uniemożliwiają odbieranie sygnałów radiowych. W czasie pobytu wyprawy na Stacji im. A. B. Dobrowolskiego miała miejsce burza magnetyczna w dniach od 24 do 28 stycznia.

Celem poprawienia odbioru ech dookólnych na falach długich zmontowana została w Oazie Bungera antena przyziemna typu Beverage o długości ok. 500 m, skierowana na Rugby.

OCEANOGRAPHIA

W czasie rejsu powrotnego z Antarktydy wyprawa nasza prowadziła obserwacje oceanograficzne z pokładu statku „Michail Kalinin”. Materiał uzyskany z tych obserwacji na trasie Mirnyj — Brunsbüttel ($65^{\circ}55' \text{ S}$, $94^{\circ}24' \text{ E}$ — $53^{\circ}45' \text{ N}$, $6^{\circ}10' \text{ E}$) obejmuje czasokres od 30 stycznia do 29 lutego 1959 r. i zawiera następujące elementy: temperatury powietrza, powierzchniowe temperatury wody, stopień zasolenia, ciśnienia baryczne, kierunki i prędkości wiatrów, stany powierzchni morza, stan zalodzenia, zachmurzenie nieba, widzialność. Ogółem dokonano 100 obserwacji i pobrano 100 próbek wody morskiej [31].

Zestawione materiały pokrywają się z podobnymi danymi uzyskanymi na zbliżonych trasach innych wypraw badawczych m.in. Ericha von Drygalskiego 1901—1903 i radzieckich ekspedycji antarktycznych z lat 1956—1958. Zebrany w ten sposób materiał, a następnie opracowany stanowił wtedy jedyną polską pozycję bibliograficzną w tym przedmiocie [25].

Podobne obserwacje oceanograficzne prowadzone były przez członków wyprawy w czasie rejsu powrotnego z Antarktydy w 1967 r. na trasie: radziecka stacja Łazarjewska — Kanał La Manche z pokładu lodołamacza „Ob”. Pomiarów różnych parametrów dokonywano cztery razy na dobę. Ogółem dokonano 139 obserwacji i pobrano 98 prób wody morskiej do analizy.

Uzyskane wyniki poszerzyły informacje o zasięgu strefy konwergencji antarktycznej [32].

W styczniu 1966 r., w czasie pobytu w polskiej Stacji im. A. B. Dobrowolskiego w Oazie Bungera, przeprowadzono obserwacje pływów w Zalewie Rybi Ogon. Zatoka ta, jak i wiele sąsiednich, są odgródzone od morza lodowcem szelfowym Schackletona, którego odległość pomiędzy krawędziami — przylegającą do zatok i zalewów w Oazie Bungera, a przylegającą do morza — wynosi od 100 do 120 km. Zainstalowany mareograf na Zalewie Rybi Ogon wskazywał wahania dobowe poziomów wody do 155 cm. W porównaniu z wahaniami poziomów morza w stacji Mirnyj, amplitudy te wykazują różnice około 7 cm, co stanowi 5% całej amplitudy. Przyływy i ich amplitudy na Zalewie Rybi Ogon odgrodzonym od morza ponad 100-kilometrową barierą lodową wskazują, że lodowiec szelfowy Schackletona, otaczający Oazę Bungera od strony morza, nie stanowi żadnej przeszkody dla przepływu wody morskiej. Należy przypuszczać, że lodowiec ten nie znajduje oparcia na szelfie i cały unosi się na wodzie. Gdyby woda przepływała tylko kanałami i szczelinami, proces ten ograniczałby wielkości pływów. Porównanie stałych harmonicznym krzywej pływów obliczonej dla stacji Mirnyj z podobnymi danymi dla Zalewu Rybi Ogon, wskazują na duże podobieństwo tego zjawiska, a to z kolei na niczym nie ograniczony przepływ wody morskiej pod lodowcem Schackletona [10].

AKTYNOMETRIA

W 1965 r. zimował jako pierwszy Polak na Antarktydzie Włodzimierz Chełchowski z Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego. Spędził ponad rok w obserwatorium Mirnyj, jako członek 10 Radzieckiej

Ekspedycji Antarktycznej. W. Chelchowski pracował nad zagadnieniem natężenia promieniowania bezpośredniego i rozproszonego oraz wpływem niektórych rodzajów chmur na natężenie promieniowania całkowitego w Mirnym [6—9].

W 1966 r. przebywała na Antarktydzie 4-osobowa grupa Polaków w obserwatorium Mołodiożnaja w charakterze członków 11 Radzieckiej Ekspedycji Antarktycznej. Trzech z nich — Seweryn Maciej Zalewski (kierownik grupy), Ryszard Czajkowski i Adam Kuchciński spędziło cały rok na Antarktydzie. Czwarty — Janusz Molski prowadził swoje prace jedynie w sezonie letnim 1966 [33].

BADANIA RADIOAKTYWNOŚCI POWIETRZA I OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH

Skażenie naszej atmosfery przez zanieczyszczenia radioaktywne jest problemem wciąż aktualnym. Skażenie to, po wprowadzeniu w życie zakazu doświadczeń atomowych w powietrzu, na lądzie i na wodzie, bardzo zmalało i nie jest już niebezpieczne dla życia na Ziemi. Ostatnie doświadczenia prowadzone przez kraje, które nie uznały tego zakazu, również nie przyczyniają się w istotny sposób do powiększania poziomu skażeń radioaktywnych atmosfery w skali całego globu. Prowadzone badania tego problemu przez wiele stacji geofizycznych na świecie mają na celu kontrolę stanu aktualnej radioaktywności sztucznej i naturalnej, jak również dostarczenie informacji o rozkładzie, kierunkach i szybkości górnych wiatrów.

Niewielka liczba stacji meteorologicznych i aerologicznych na Antarktydzie, na obszarze blisko 14 mln km², nie może dostarczyć wszystkich potrzebnych danych do szczegółowych opracowań meteorologicznych tego kontynentu. W tej sytuacji w badaniach nad fizyką atmosfery półkuli południowej wykorzystuje się wszystkie dostępne metody, a jedną z nich jest właśnie pomiar radioaktywności powietrza i opadów atmosferycznych.

Poligony, na których prowadzono doświadczalne wybuchy jądrowe były zlokalizowane głównie na północnej półkuli Ziemi. Z tego powodu produkty radioaktywne magazynowały się przede wszystkim w tej części świata. Obserwowane pyły radioaktywne na obszarach półkuli południowej mogły się tam dostać tylko w wyniku cyrkulacji górnych mas powietrza.

Stratosfera jest olbrzymim zbiornikiem, w którym dość długo przechowują się substancje radioaktywne powstałe podczas wybuchów jądrowych. Stratosfera jest również obszarem, gdzie rozprzestrzeniają się te substancje na duże odległości.

Stwierdzono, że istnieje cyrkulacja powodująca transport produktów radioaktywnych z troposfery do stratosfery. Obserwuje się to szczególnie w strefie równikowej i w szerokościach geograficznych bliskich 60° na obu półkulach, natomiast opadanie tych produktów radioaktywnych odbywa się w obszarze biegunów oraz na szerokościach geograficznych bliskich 30° na obu półkulach jednakowo. Dlatego obserwuje się obszary skażeń o wartościach ekstremalnych w tych właśnie szerokościach symetrycznie rozłożonych wzdłuż południków. Symetria ta dotyczy tylko miejsc występowania maksimów i minimów, natomiast wartości radioaktywności są mniejsze na półkuli południowej ze

względem na duże odległości od poligonów doświadczalnych wybuchów atomowych. Najmniejsze wartości skażeń radioaktywnych obserwuje się na kontynencie antarktycznym, co pozwala przypuszczać, że są one pochodzenia stratosferycznego i czas ich transportu był bardzo długi.

Pyły radioaktywne przedostają się ze stratosfery do troposfery przez tropopauzę, która w zależności od pory roku może zmieniać swoją wysokość. W strefach podbiegunowych, w czasie zimy, tropopauza może nawet częściowo zanikać, co przyczynia się do jeszcze intensywniejszej wymiany powietrza między stratosferą a troposferą. Ustalono w ten sposób drogę, po której mogą powracać na Ziemię substancje promieniotwórcze znajdujące się w stratosferze w wyniku eksplozji jądrowych.

Opisana okresowa wymiana powietrza pomiędzy troposferą i stratosferą powoduje, że stężenie pyłów radioaktywnych na Antarktydzie wyraźnie się zwiększa w okresie wiosennym i letnim (listopad - grudzień), maleje natomiast w okresie jesiennym i zimowym (maj). Taką samą zależność sezonowych zmian stężenia radioaktywności powietrza i opadów atmosferycznych obserwuje się również na półkuli północnej i w Arktyce. Zachodzi jedynie różnica ilościowa i wielkości amplitudy zwiększającej się wraz ze zbliżaniem się do biegunów. Pyły radioaktywne znajdujące się w tej części atmosfery, gdzie formują się chmury deszczowe i występują deszcze są wypłukiwane przez te opady i dlatego rozkład ich aktywności jest bardzo zbliżony do rozkładu radioaktywności powietrza. Zależność ta jest szczególnie obserwowana w strefach o dużych opadach. Pomimo, że wybrzeża Antarktydy trzeba zaliczyć do stref o dużych opadach, to jednak mechanizm wypłukiwania przez suchy śnieg jest inny niż przez deszcz i nie został on jeszcze dokładnie zbadany. Obserwuje się, że nawet długotrwałe opady na wybrzeżach Antarktydy nie przyczyniają się do obniżenia radioaktywności powietrza. Nie bez znaczenia jest mała wilgotność powietrza antarktycznego, jak również mała turbulencja na dużych, gładkich i otwartych przestrzeniach kontynentu antarktycznego, która nie przyspiesza osadzania się cząstek. Te właśnie przyczyny powodują wypłukiwanie pyłów radioaktywnych z atmosfery odmiennie niż wypłukiwanie w średnich szerokościach geograficznych.

Obserwowane wartości radioaktywności naturalnej na Antarktydzie wykazały, że są one stosunkowo bardzo małe w porównaniu z wynikami takich samych pomiarów na innych kontynentach. Przyczyną tego jest grubość lodowej czaszy pokrywającej Antarktydę i jej działanie ekranujące. Ta gruba warstwa lodu i śniegu ogranicza dyfuzję gazów na zewnątrz skalnego podłoża i długi okres tej dyfuzji sprawia, że radon i toron przekształcają się wskutek rozpadu na długożyjące produkty rozpadu radowego i torowego.

Roczny okres obserwacji prowadzonych przez naszą wyprawę i uzyskane w tym czasie dane dają dobry i pełny obraz przebiegu zmian radioaktywności powietrza w tym obszarze Antarktydy. Pomiary te dotyczyły globalnej beta radioaktywności powietrza będącej wynikiem skażeń atmosfery w różnych rejonach kuli ziemskiej [19].

Rezultaty badań wykazały stosunkowo niskie wartości radioaktywności powietrza i opadów. Minimalny średni poziom radioaktywności na Antarktydzie był prawie cztery razy mniejszy niż porównywalny z nim o tej samej

porze 1966 r. poziom w Polsce. Natomiast stosunek wartości maksimum do minimum wynosił na Antarktydzie ok. 10 : 1, a ten sam stosunek np. w naszych szerokościach geograficznych wynosi 3 : 1.

Pewien wzrost radioaktywności był przez naszą wyprawę obserwowany jako wynik zwiększenia zawartości skażeń radioaktywnych wyższych warstw atmosfery, wywołanego doświadczałnymi wybuchami francuskich bomb jądrowych na południowym Pacyfiku we wrześniu i na początku października 1966 r.

BADANIA MAGNETOSFERY

Badania magnetosfery mają duże znaczenie w poznaniu fizyki przestrzeni tego obszaru oraz są bardzo przydatne z punktu widzenia dalekosiężnej łączności radiowej małymi mocami z wykorzystaniem przewodnic falowych w plazmie. Zważywszy, że w pobliżu bieguna ziemskiego niektóre efekty w magnetosferze występują silniej niż w naszych szerokościach geograficznych, prowadzenie badań na Antarktydzie jest bardzo celowe.

W ciągu ostatniego 10-lecia zaszło wiele wydarzeń, które pozwoliły rozszerzyć i pogłębić nasze poglądy na plazmę otaczającą Ziemię. Międzynarodowy Rok Geofizyczny (1957—1958) zapoczątkował zbiorowy wysiłek kilkudziesięciu państw w zakresie systematycznych sondowań jonosfery [22]. Zdołano stwierdzić, że poza jonosferą, rozciągającą się do wysokości ponad 1000 km nad powierzchnią Ziemi, istnieje jeszcze ogromna przestrzeń zjonizowana, tzw. egzosfera — sięgająca orientacyjnie do wysokości 10 promieni ziemskich. W egzosferze występują pasy radiacyjne, znane pod nazwą pasów Van Allena. Cały obszar obejmujący swym zasięgiem jonosferę i egzosferę, w którym występuje jeszcze silne działanie pasa magnetycznego, nazwano ostatnio magnetosferą.

Pasy radiacyjne — to skupiska strumieni elektronów i protonów o dużej energii kinetycznej. Są one głównie pochodzenia słonecznego. Zgodnie z teoriami niektórych uczonych, kula ziemską jest otoczona na wysokości ok. 1000 km gęstą warstwą protonów — zjonizowanych atomów wodoru, tak zwaną protonosferą.

Jak widać istnieją jeszcze poważne rozbieżności zdań, co do struktury egzosfery. Ustalenie jednolitego poglądu na te zagadnienia wymaga wielu dalszych skrupulatnych badań.

Badania świsłów atmosferycznych prowadzone w ostatnich latach wykazały, że fale elektromagnetyczne mogą rozchodzić się wzdłuż linii sił pola geomagnetycznego, wokół których tworzą się, jak gdyby dielektryczne przewodnice falowe [21].

Badania prowadzone od kilku lat w Polsce nad echemi radiowymi dowiodły, że również i krótkie fale mogą się rozchodzić wzdłuż tych linii przenikając głęboko w egzosferę [22]. Przy obserwacji ech radiowych rejestrowano stacje wzorcowych sygnałów czasu położone w miejscowościach o różnych współrzędnych geograficznych i nadające swoje programy na różnych częstotliwościach, natomiast sondowanie jonosfery i egzosfery wymagało zastosowania specjalnej aparatury pomiarowej. Różniła się ona w sposób

zasadniczy od aparatury typowej. Aparatura nasza umożliwiała regulowanie czasu, powtarzania impulsów sondujących oraz ich częstotliwości nośnej. W związku z tym można obserwować przy jej użyciu bardzo wysokie warstwy odbijające i ich zmiany w czasie. Dalszą istotną cechą tej aparatury jest możliwość odbioru słabych sygnałów odbitych, leżących na poziomie szumów radiowych. Uzyskuje się to poprzez interferencję fali odbitej z falą nośną nadajnika. W tym celu oprócz krótkich impulsów sondujących, trwających ok. 0,8 ms, nadajnik wysyła falę nośną w przerwach między impulsami. Oczywiście poziom fali nośnej jest znacznie niższy od poziomu impulsu i jest regulowany.

W wyniku przeprowadzonych przez naszą wyprawę badań zarejestrowano wiele sygnałów z różnych stacji z wyraźnymi echemi radiowymi [21].

W czasie okresowych sondowań magnetosfery, oprócz typowych odbić od warstw jonosferycznych zaobserwowano występowanie odbić od warstw wyższych. Były to prawdopodobnie odbicia od warstwy protonosfery leżącej na wysokości ok. 900 km, oraz zapewne odbicia od dolnego skraju pasa radiacyjnego Van Allena na wysokości ok. 3800 km. Ten drugi typ odbicia zbiega się w pewnym stopniu z tzw. efektem Kabanowa, niemniej pewne fakty wskazują na to, że jest to pas radiacyjny. Rodzaje odbić przebiegały w zależności od częstotliwości w przybliżeniu następująco:

— od pojedynczych megacykli do ok. 5–6 MHz występowały odbicia od warstw dolnych E , F_1 , F_2 znajdujących się na wysokości do ok. 450 km nad Ziemią,

— od 6–9 MHz pojawiały się odbicia na wysokości ok. 840–1100 km,

— od 9–18 MHz pojawiały się odbicia na wysokości 3800 km.

Z danych tych można wnioskować o gęstości elektronowej tych warstw i ich zmian w czasie [21].

W trakcie badań propagacji fal radiowych na trasie Antarktyda - Polska stwierdzono, że łączność ta jest możliwa nawet przy użyciu niewielkich mocy nadajnika. Dobrą łączność radiową uzyskiwano w godzinach popołudniowych w pasmach 14–16 MHz. Ponadto stwierdzono, że zakłócenia radiowe na Antarktydzie w podanym paśmie i wyższych były niewielkie [23].

BADANIA GEOFIZYCZNE NA STACJI IM. H. ARCTOWSKIEGO 1977–1982

W kolejnych wyprawach do stacji im. H. Arctowskiego Instytut Geofizyki, jako koordynator problemu MR.II.16 (B — nauki o Ziemi), koncentrował się przede wszystkim na badaniach geofizycznych i geologicznych oraz na badaniach nad rozpoznaniem struktur geofizycznych i geologicznych rejonów Sztetlandów Południowych [34].

Opracowanie danych sejsmicznych wskazuje na istnienie w tym rejonie strefy sejsmicznie aktywnej. Rejestruje się każdego roku kilkanaście dalekich trzęsień Ziemi oraz ok. 50 wstrząsów lokalnych. Jeden z tych wstrząsów, 5 VIII 1978 r. miał magnitudę 5,6 [14]. Stwierdzona aktywność sejsmiczna stwarza możliwość prowadzenia badań nad tektoniką tego regionu. Jest to szczególnie istotne wobec naszych zamierzeń podjęcia badań struktur geofizycznych i tektoniki łuku Scotia.

Pomiary magnetyczne pozwoliły na wyznaczenie poszczególnych składowych pola oraz rozpoznanie aktywności magnetycznej tej strefy i takich szczególnych zjawisk, jak burze magnetyczne, zatoki i pulsacje [27].

Wyznaczono punkt astronomiczny w rejonie stacji, stanowiący podstawę wszystkich prac geofizycznych, geologicznych, kartograficznych itp. Współrzędne tego punktu wyznaczono metodą obserwacji par gwiazd. Wynoszą one: szerokość geograficzna — $62^{\circ}09'45''\text{S}$, długość geograficzna — $58^{\circ}27'45''\text{W}$ [12, 13].

W trakcie drugiej wyprawy do Stacji im. H. Arctowskiego zorganizowano stałe geofizyczne służby naukowe. Z dniem 1 I 1978 r. rozpoczęto prowadzenie obserwacji meteorologicznych, zgodnie z międzynarodowymi standardami, i zgłoszono Stację im. H. Arctowskiego do Światowej Organizacji Meteorologicznej. Stacja została zarejestrowana i włączona do światowego systemu stacji synoptycznych. W ramach programu badań meteorologicznych zorganizowano codzienną służbę prognoz dla polskiej floty rybackiej, pracującej w sektorze atlantyckim Oceanu Południowego.

Przy opracowaniu prognoz wykorzystuje się materiały własne, informacje z innych stacji, a także zdjęcia satelitarne odbierane na Stacji im. H. Arctowskiego.

Z dniem 9 III 1978 r. rozpoczęła stałą służbę obserwatorium geofizyczne, prowadząc ciągłą rejestrację składowych pola magnetycznego [27] i fal sejsmicznych Ziemi [14]. Zostało ono zarejestrowane w międzynarodowych organizacjach i tym samym weszło do światowej sieci stacji geofizycznych. Dane są systematycznie wysyłane do różnych centrów światowych. Stacja im. H. Arctowskiego przekazuje 4 razy na dobę depesze synoptyczne do regionalnych centrów zbiorczych dla Antarktyki, Stacji Mołodiożnaja (ZSRR) i Stacji Morambio (Argentyna).

Niezależnie od stałych obserwacji i zmian pól geofizycznych wykonano w okolicy stacji pomiary natężenia pola magnetycznego F przy pomocy magnetometru protonowego. Stwierdzono istnienie silnych anomalii magnetycznych związanych z występowaniem w tym rejonie skał o dużej podatności magnetycznej.

WYPRAWA DO STACJI ANTARKTYCZNEJ IM. A. B. DOBROWOLSKIEGO 1978—1979

Po wieloletniej przerwie wznowienie pracy stacji antarktycznej PAN im. A. B. Dobrowolskiego nastąpiło w sezonie 1978/79. Piętnastoosobowa wyprawa Instytutu Geofizyki PAN udała się na Antarktydę [11]. W ciągu pięciu tygodni przebywania na stacji (styczeń - luty 1979 r.) wykonano zaplanowaną serię obserwacji naukowych [17].

Głównym celem wyprawy było podjęcie badań nad dynamiką strefy marginalnej lodów otaczających Oazę [18], jako punktu wyjścia do określenia genezy powstania Oazy i uzyskania materiału dla ustalenia długookresowych zmian klimatycznych. W tym celu, w nawiązaniu do zdjęć fotogrametrycznych wypraw radzieckich z lat 1957—1958, wykonano zdjęcia wybranego fragmentu bariery lądolodu stanowiącej wschodnią granicę Oazy [1]. Równolegle przeprowadzono badania peryglacialne łącznie z pobraniem prób na morenach

czołowych wzdłuż bariery [28] oraz założono 4,5-kilometrowy poligon glaciologiczny prostopadle do krawędzi kopuły lądolodu Antarktydy [24]. Wykonano zdjęcia fotogrametryczne Oazy Bungera w rejonie stacji. Dokonano obserwacji 27 par gwiazd na punkcie głównym stacji [4, 5, 13], określono deklinację magnetyczną oraz wykonano grawimetryczne nawiązanie głównego punktu stacji z 1959 r. do głównego punktu obserwatorium w Mirnym [26].

Przez cały miesiąc wykonywano standardowe obserwacje meteorologiczne poszerzone o pomiar temperatury gruntu i intensywności promieniowania słonecznego. Pobrano próby wody dla analizy mineralogicznej.

Rezultatem tej wyprawy było również wydanie dwóch arkuszy map wybranych rejonów Oazy Bungera. Są to pierwsze polskie mapy wykonane na kontynencie antarktycznym. Na mapach tych nadano polskie nazwy niektórym obiektom geograficznym [2, 3].

LITERATURA

1. Battke Z. — *Prace fotogrametryczne w Oazie Bungera*. Prz. Geod., nr 6, 238—239, 1980.
2. Battke Z. — *Mapa w skali 1:500 Antarktyczna Stacja im. A. B. Dobrowolskiego*. Instytut Geofizyki PAN, 1982.
3. Battke Z. — *Mapa w skali 1:5000 Terytorium Antarktydy Oaza Bungera*. Instytut Geofizyki PAN, 1982.
4. Cisak J. — *Determination of astronomical co-ordinates of geodetic point at Bunge Oasis in Antarctic*. Pol. Polar Res., PWN, Vol. 1, No 2—3, 99—103, 1980.
5. Cisak J. — *Pomiar współrzędnych astronomicznych punktu geodezyjnego w Oazie Bungera*. Prz. Geod., nr 6, 236—237, 1980.
6. Chełchowski W. — *Wpływ niektórych rodzajów chmur na natężenie promieniowania całkowitego w Mirnym (Antarktyda Wschodnia)*. Wiad. Służ. Hydrol., T. 6, z. 2, 23—30, 1965.
7. Chełchowski W. — *Natężenie promieniowania bezpośredniego i rozproszonego przy niebie bezchmurnym w Mirnym (Antarktyda Wschodnia)*. Wiad. Służ. Hydrol., T. 6, z. 2, 15—22, 1965.
8. Chełchowski W. — *Sumarnaja i rossjernnaja radiacja w Mirnom pri niekotorych formach obłoczności*. Inf. Biul. Sow. Antarkt. Eksp., nr 61, 43—50, osień i wiosna 1965.
9. Chełchowski W. — *O promieniowaniu słonecznym na Antarktydzie*. Gaz. Obserw. PIHM R. 21, nr 4, 10—13, 1968.
10. Dubrowin I. I., Zalewski S. M. — *Prilivy w zalivach Oazisa Bangiera*. Inf. Biul. Sow. Antarkt. Eksp., nr 67, 47—51, 1968.
11. Jankowski J., Zalewski S. M. — *Wyprawy polarne w latach 1957—1980 i ich problematyka w naukach o Ziemi*. Publications of the Institute of Geophysics, M-4 (138), 241—252, PWN, Warszawa-Łódź 1980.
12. Jasnorzewski J. — *Astronomical observations for determining the latitude and longitude of an age point on Arctowski Station*. Pol. Polar. Res., PWN, Vol. 2, No 3—4, 159—162, 1981.
13. Jasnorzewski J., Cisak J. — *Obserwacje astronomiczne dla wyznaczenia współrzędnych geograficznych na polskich stacjach polarnych w Arktyce i Antarktyce*. I Sympozjum: Prace Geodezyjne w Polskich Wyprawach Polarnych 1932—1982, 71—78, 1982.
14. Kowalski T. J. — *Seismic observatory at Arctowski Station (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res., PWN, Vol. 1, No 2—3, 117—128, 1980.

15. Krzemiński W. — *Sprawozdanie z Pierwszej Polskiej Wyprawy na Antarktydę*. Serwis Informacji Komisji Międzynarodowego Roku Geofizycznego PAN, nr 4 (17), kwiecień 1959.
16. Krzemiński W., Zalewski S.M. — *Polska Wyprawa Antarktyczna*. Biul. Inf. Komit. Międzyn. Wspr. Geof. PAN, nr 1, s. 20, 1964.
17. Krzemiński W. — *Sprawozdanie z wyprawy antarktycznej PAN do Stacji im. A. B. Dobrowolskiego 1978—1979*. Praca nieopublikowana, Warszawa 1979.
18. Krzemiński W., Battke Z. — *Badanie dynamiki i zmian powierzchni strefy marginalnej lądolodu w Oazie Bungera we wschodniej Antarktydzie*. I Sympozjum: Prace Geodezyjne w Polskich Wyprawach Polarnych 1932—1982, 133—141, 1982.
19. Kuchciński A. — *Badanie promieniotwórczości powietrza i opadów w Antarktydzie w okresie 1966/1967*. Praca nieopublikowana, Warszawa, 1968.
20. Manczarski S. — *Badanie ech radiowych w jonosferze i egosferze*. Biuletyn polskich obserwacji sztucznych satelitów, nr 2, 53—65, maj 1960.
21. Manczarski S. — *Dryf elektronów w kierunku biegu fali elektro-magnetycznej w plazmie*. Prz. Telekom., nr 12, 357—371, 1961.
22. Manczarski S. — *Nowe zadania dla radiokomunikacji kosmicznej*. Prz. Telekom., nr 3, 73—80, 1963.
23. Molski J. — *I Etap Polskich Prac na Antarktydzie w latach 1965/67 i niektóre wyniki badań*. Biul. Inf. Komit. Międzyn. Wspr. Geof. PAN, nr 3 (46), 51—66, Warszawa, wrzesień 1966.
24. Mroczek S. — *Pomiary geodezyjne w Oazie Bungera*. Prz. Geod., nr 6, 234—236, 1980.
25. Mysłowski M. i in. — *Opracowanie obserwacji hydrometeorologicznych z rejsu Antarktyda - Wyspy Fryzjskie w czasie od 30.01.1959 do 1.03.1959 r.* Rozpr. Wydz. III Gdańsk, Tow. Nauk., z. 2, 5—16, 1965.
26. Pachuta A. — *Pomiary grawimetryczne w Oazie Bungera*. Prz. Geod., nr 6, 239—242, 1980.
27. Szymański A. — *The construction and work of magnetic observatory "Arctowski" (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res., PWN, Vol. 1, No 2—3, 105—115, 1980.
28. Wiśniewski E. — *Moraines forms and deposits of Antarctic ice-sheet at the contact with Bunger Hills*. Pol. Polar Res., PWN, Vol. 2, No 1—2, 17—29, 1981.
29. Zalewski S.M. — *Obserwacje CO₂ w wolnej atmosferze na Spitsbergenie lato 1958 r.* Streszczenie referatów i komunikatów. II. Sympozjum Naukowe Polskich Wypraw na Spitsbergen 1957—58, 1959.
30. Zalewski S.M. — *Organizacja wyprawy naukowej na Antarktydę*. Biul. Inf. Komit. Międzyn. Wspr. Geof. PAN, nr 5, 1—16, 1982.
31. Zalewski S.M. — *Polska Wyprawa Antarktyczna w Międzynarodowym Roku Geofizycznym*. Podstawowe Problemy Współczesnej Techniki, T. 8, 389—432, 1963.
32. Zalewski S.M. — *Program polskich badań na Antarktydzie w latach 1965—1967*. Biul. Inf. Komit. Międzyn. Wspr. Geof. PAN, nr 3/4, 40—51, 1965.
33. Zalewski S.M. — *Polska Wyprawa Naukowa na Antarktydę w latach 1965—1967*. Podstawowe Problemy Współczesnej Techniki, T. 14, 337—375, 1970.
34. Zalewski S.M., Rościszewski L. — *II Wyprawa Antarktyczna PAN 1977/79 na stację im. Henryka Arctowskiego*. Nauka Pol., nr 6, 93—102, 1980.
35. Ząbek Z., Śledziński J. — *Wyprawa do Białego Łądu*. Prz. Geod., nr 8—9, 344—349, 1959.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Адам Урбанек</i> — Вступление	167
<i>Станислав Ракуса-Суцевский</i> — Деятельность польских исследователей в Антарктике	169
<i>Пётр Быковский</i> — Технология использования живных ресурсов Антарктики. Основные направления и перспективы развития в Польше	183
<i>Ян Шелига</i> — Картографические работы в Антарктике	203
<i>Мацей Липский</i> — Океанологические исследования в Антарктике	215
<i>Ян Рембишевский, Томаш Линковский, Веслав Слюсарчик</i> — Исследования рыб Антарктики	225
<i>Кишиштоф Яжджевский</i> — Бентическая фауна Антарктики и вклад польских учёных в её изучение	231
<i>Станислав Ракуса-Суцевский</i> — Антарктические исследования в области экологической физиологии	251
<i>Кишиштоф Здзитовецкий</i> — Паразитологические исследования в Антарктике	259
<i>Анджей Мырха</i> — Исследования Антарктики в области лимнологии и экологии суши	265
<i>Рышард Охыра</i> — Растительность Антарктики	277
<i>Войцех Старк</i> — Международной заповедник в районе польской антарктической станции им. Г. Арцтовского	293
<i>Алиция Митек</i> — Поляки на антарктической станции Г. Арцтовского	301
<i>Кишиштоф Биркенмайер</i> — Геологические исследования в Антарктике	309
<i>Губерт Шанявский, Рышард Врона, Анджей Газdziцкий</i> — Палеонтологические исследования в Антарктике и участие польских палеонтологов в их проведении	333
<i>Александр Гутерх</i> — Геофизическая экспедиция ПАН в Западную Антарктику в 1979/80 годах	345
<i>Северын Мацей Залевский</i> — Геофизические исследования в Антарктике	351

CONTENTS

<i>Adam Urbanek</i> — Introduction	167
<i>Stanisław Rakusa-Suszczewski</i> — The activity of the Polish scientists in the Antarctic	169
<i>Piotr J. Bykowski</i> — New techniques and methods of utilizing the Antarctic living resources. Trends and prospects in Poland	183
<i>Jan Szeliga</i> — Cartographical research in the Antarctic region	203
<i>Maciej Lipski</i> — Oceanological studies in the Antarctic	215
<i>Jan M. Rembiszewski, Tomasz B. Linkowski, Wiesław Ślósarczyk</i> — Ichthyological researches in the Antarctic waters	225
<i>Krzysztof Jążdżewski</i> — Antarctic benthos and the contribution of the Polish scientists to its knowledge	231
<i>Stanisław Rakusa-Suszczewski</i> — Antarctic research in the field of ecological physiology	251
<i>Krzysztof Zdzitowiecki</i> — Parasitological investigations in the Antarctic	259
<i>Andrzej Myrcha</i> — Limnological and land ecological investigations in the Antarctic	265
<i>Ryszard Ochyra</i> — Plant life of the Antarctic	277
<i>Wojciech Starck</i> — A Site of Special Scientific Interest in the vicinity of the Polish Antarctic Station named after Henryk Arctowski	293
<i>Alicja Mitek</i> — The Polish personnel at the Antarctic Arctowski Station	301
<i>Krzysztof Birkenmajer</i> — Geological investigations in the Antarctic	309

<i>Hubert Szaniawski, Ryszard Wrona, Andrzej Gaździcki</i> — The significance of palaeontological research in the Antarctic and the contribution of Polish scientists . . .	333
<i>Aleksander Guterch</i> — The West Antarctic Geophysical Expedition of the Polish Academy of Sciences, 1979/1980 . . .	345
<i>Seweryn M. Zalewski</i> — Geophysical research in the Antarctic . . .	351

SPIS TREŚCI

<i>Adam Urbanek</i> — Słowo wstępne . . .	167
<i>Stanisław Rakusa-Suszczewski</i> — Działalność polskich badaczy w Antarktyce . . .	169
<i>Piotr J. Bykowski</i> — Kierunki i perspektywy polskich prac technologicznych nad wykorzystaniem żywych zasobów Antarktyki . . .	183
<i>Jan Szeliga</i> — Polskie prace kartograficzne w Antarktyce . . .	203
<i>Maciej Lipski</i> — Polskie badania oceanologiczne w Antarktyce . . .	215
<i>Jan M. Rembiszewski, Tomasz B. Linkowski, Wiesław Słószarczyk</i> — Polskie badania ichtiologiczne w Antarktyce . . .	225
<i>Krzysztof Jażdżewski</i> — Fauna denna Antarktyki i udział Polaków w jej poznawaniu . . .	231
<i>Stanisław Rakusa-Suszczewski</i> — Fizjologiczno-ekologiczne badania w Antarktyce . . .	251
<i>Krzysztof Zdzitowiecki</i> — Polskie badania parazytologiczne w Antarktyce . . .	259
<i>Andrzej Myrcha</i> — Polskie badania Antarktyki w dziedzinie limnologii i ekologii lądowej . . .	265
<i>Ryszard Ochrya</i> — Świat roślinny Antarktyki . . .	277
<i>Wojciech Starck</i> — Międzynarodowy rezerwat przyrody w sąsiedztwie Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego . . .	293
<i>Alicja Mitek</i> — Polacy na Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego . . .	301
<i>Krzysztof Birkenmajer</i> — Polskie badania geologiczne w Antarktyce . . .	309
<i>Hubert Szaniawski, Ryszard Wrona, Andrzej Gaździcki</i> — Znaczenie badań paleontologicznych w Antarktyce i udział Polaków w ich realizacji . . .	333
<i>Aleksander Guterch</i> — I Geofizyczna Ekspedycja Polskiej Akademii Nauk do Antarktyki Zachodniej 1979/80 . . .	345
<i>Seweryn M. Zalewski</i> — Polskie badania geofizyczne w Antarktyce . . .	351
Informacja dla autorów . . .	365

Informacja dla Autorów

KOSMOS jest kwartalnikiem adresowanym do szerokiego grona biologów. Publikuje oryginalne artykuły referatowe i przeglądowe informujące o postępach wiedzy w różnych dziedzinach nauk biologicznych. Prowadzi dział dyskusji i krytyki naukowej oraz dział recenzji. Podaje informacje o działalności instytutów i zakładów naukowych oraz omówienia przebiegu ważniejszych zjazdów, sympozjów i konferencji. Zamieszcza krótkie notatki o najnowszych odkryciach naukowych i syntetyczne omówienia rozwoju badań w wybranych dziedzinach nauki, opracowane przez specjalistów dla szerszego grona odbiorców.

Autorzy są odpowiedzialni za merytoryczną treść artykułów, poprawność użytej nomenklatury naukowej oraz za ścisłość podawanych informacji. Proszeni są o nadsyłanie tekstów opracowanych starannie pod względem językowym i stylistycznym oraz zgodnie z podanymi niżej wskazówkami technicznymi.

Artykuły i inne materiały nadsyłane do KOSMOSU są recenzowane i redagowane stosownie do wskazówek recenzentów w porozumieniu z Autorami. Redakcja zastrzega sobie prawo skracania tekstów i wprowadzania poprawek nie wpływających na treść pracy. Autorów obowiązuje korekta autorska; ponoszą oni koszty zmian tekstu w korekcie, wykraczających poza usunięcie błędów drukarskich.

Zamieszczone w KOSMOSIE prace honoruje się według obowiązujących stawek autorskich. Autorzy artykułów otrzymują bezpłatnie 25 odbitek; zamówienia na płatne, dodatkowe odbitki należy zgłaszać pisemnie łącznie ze zwrotem korekty autorskiej.

Przygotowanie prac do druku

1. Prace należy nadsyłać w 2 egzemplarzach, zarówno tekst jak i załączniki.
2. Maszynopis powinien być sporządzony na białym papierze formatu A4, na maszynie z czcionką normalnej wielkości, przez czarną taśmę, jednostronnie z podwójnym odstępem między wierszami i ok. 4 cm marginesem po lewej stronie, nie więcej niż 60 znaków w jednym wierszu i nie więcej niż 30 wierszy na jednej stronie. Strony należy numerować.
3. Na oddzielnej, nie numerowanej stronie tytułowej należy podać: tytuł pracy, imię (w pełnym brzmieniu) oraz nazwisko autora, adres zakładu pracy i adres zamieszkania, nr telefonu w miejscu pracy (lub w domu) oraz wskazówki dotyczące przesyłania korespondencji i sposobu przekazania honorarium (także nr konta). Przy artykułach (dział I Kosmosu) i pracach przeznaczonych do działu „Dyskusja i krytyka” należy podać tłumaczenie tytułu na język angielski i rosyjski.
4. Teksty powinny być pisane bez używania wyróżnień jak podkreślanie, spacjaowanie lub pisanie dużymi literami (wersalikami). Wszelkie wskazówki dla redakcji dotyczące wyróżnień w tekście należy zaznaczać zwykłym ołówkiem, zaś dotyczące składu (np. odnośnie włamania rysunku lub tabeli) — ołówkiem na marginesie maszynopisu.
5. Załączone do maszynopisu tabele, rysunki, schematy, mapy, wzory itp. powinny być oznaczone na marginesie lub na odwrotnej stronie przez podanie nazwiska autora i początkowych wyrazów tytułu pracy, a także nr danej jednostki ilustracyjnej.

6. Tabele winny być napisane w układzie zbliżonym do układu zecerskiego, a tekst nie powinien przekraczać linii ograniczających poszczególne kolumny. Treść tabel należy pisać z podwójnym odstępem między wierszami, jak tekst podstawowy. Należy unikać dzielących linii pionowych i poziomych (z wyjątkiem główki). Liczby wielocyfrowe należy pisać dzieląc je od końca na grupy po 3 cyfry (np. 50 000).

7. Rysunki, schematy, mapy, fotografie i inne materiały ilustracyjne muszą nadawać się do reprodukcji lub przerysowania. Oryginały rysunków winny być wykonane tuszem na kalce technicznej lub na białym papierze. Rysunki robocze winny być sporządzone czytelnie, w sposób umożliwiający bezbłędne wykonanie czystorysów do reprodukcji. Odbitki fotograficzne winny być wykonane w formacie nie mniejszym niż późniejsze reprodukcje w tekście, na białym papierze błyszczącym o odpowiednim kontraście. Map i planów nie należy przeładowywać zbyt obszerną treścią i szczegółowymi oznaczeniami, gdyż może to spowodować nieczytelność reprodukcji.

8. Wszystkie jednostki ilustracyjne winny być ponumerowane ze wskazaniem, w razie potrzeby, góry rysunku. Podpisy powinny być podane na oddzielnej stronie maszynopisu.

9. Literaturę należy podać na końcu maszynopisu w kolejności omawianych w tekście prac. Odnośniki bibliograficzne, w wypadku czasopism, winny zawierać dane w następującej kolejności: liczba porządkowa, nazwisko i pierwsza litera imienia autora, tytuł pracy w pełnym brzmieniu, przyjęty skrót tytułu czasopisma, tom, strony (od-do) i rok. Przy wydawnictwach książkowych należy podawać: liczbę porządkową, nazwisko i pierwszą literę imienia autora, tytuł książki, przy pracach wielotomowych nr tomu, przy wydawnictwach seryjnych nazwę serii, a dalej: nazwę wydawnictwa (w skrócie), miejsce i rok wydania.

Powołanie się w tekście na odnośną pozycję literatury następuje przez podanie liczby porządkowej w nawiasie kwadratowym. Przy cytowaniu prac o podstawowym znaczeniu dla omawianego zagadnienia wskazane jest poza tym przytoczenie w tekście również nazwiska autora (autora i współpr.).

W ten sposób przygotowany materiał autorski pozwoli uniknąć błędnego składu lub reprodukcji i wpłynie niewątpliwie na skrócenie cyklu wydawniczego.

Kosmos jest czasopismem Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika, przeznaczonym dla szerokiego ogółu biologów. Publikuje artykuły przeglądowe oraz podstawowe informacje dotyczące postępu i rozwoju w naukach biologicznych, przy czym uwzględniane w nich są zarówno zagadnienia biologii eksperymentalnej, jak również biologii teoretycznej i ewolucyjnej.

Poza tym, celem możliwie szerokiego informowania czytelników o sytuacji nauk biologicznych zarówno w kraju, jak i za granicą, „Kosmos” prowadzi odrębne działy informacyjne, w których zamieszcza: 1. dyskusje i krytyki naukowe, 2. recenzje książek naukowych, 3. kronikę naukową, 4. informacje dotyczące działalności różnych Zakładów i Instytutów oraz wiadomości o ciekawych zjazdach i konferencjach naukowych.

W „Kosmosie” nie będą publikowane doniesienia lub prace, które powinny się ukazywać w wyspecjalizowanych czasopismach biologicznych.

Tylko prenumerata zapewnia
regularne otrzymywanie
kwartalnika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Warunki prenumeraty

Cena prenumeraty krajowej

rocznie zł 480,—

półrocznie zł 240,—

Prenumeratę na kraj przyjmują Oddziały RSW „Prasa-Książka-Ruch”, oraz urzędy pocztowe i doręczyciele w terminach:

- do 25 listopada na I półrocze roku następnego i na cały rok następny,
- do 10 czerwca na II półrocze roku bieżącego.

Jednostki gospodarki społecznej, instytucje, organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma Oddziałów RSW — w urzędach pocztowych.

Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych i u doręczycieli.

Prenumerata zagraniczna

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje RSW „Prasa-Książka-Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, ul. Towarowa 28 00-958 Warszawa, konto NBP XV Oddział w Warszawie nr 1153-201045-139-11 — w terminach podanych dla prenumeraty krajowej.

Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę jest droższa od prenumeraty krajowej o 50% dla zleceniodawców indywidualnych i o 100% dla zleceniodawców instytucji i zakładów pracy.

Bieżące i archiwalne numery można nabyć lub zamówić we Wzorcowni Wydawnictw Naukowych PAN-Ossolineum-PWN, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter) 00-901 Warszawa oraz w księgarniach naukowych „Domu Książki”.

Subscription orders for all the magazines published in Poland available through the local press distributors or directly

through the

Foreign Trade Enterprise

ARS POLONA

00-068 Warszawa, Krakowskie Przedmieście 7. Poland.

Our bankers:

BANK HANDLOWY WARSZAWA S.A.

Indeks 36260

Kosmos 2, Warszawa 1983.